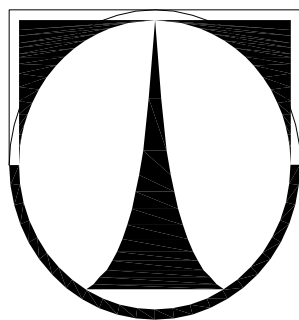


TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ



BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

LIBEREC 2009

MARCELA MASÁROVÁ

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

**ALTERNATIVNÍ METODA HODNOCENÍ
MAČKAVOSTI TEXTILÍ BEZDOTYKOVOU
METODOU**

**ALTERNATIVE METHOD OF EVALUATION
THE CRUMPLING OF TEXTILES BY
UNTOUCHABLE METHOD**

KOD/2009/02/1BS

LIBEREC 2009

MARCELA MASÁROVÁ

Prohlášení

Prohlašuji, že předložená *diplomová (bakalářská)* práce je původní a zpracoval/a jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem v práci neporušil/a autorská práva (ve smyslu zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

Souhlasím s umístěním *diplomové (bakalářské)* práce v Univerzitní knihovně TUL.

Byl/a jsem seznámen/a s tím, že na mou diplomovou (*bakalářskou*) práci se plně vztahuje zákon č.121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 (školní dílo).

Beru na vědomí, že TUL má právo na uzavření licenční smlouvy o užití mé diplomové (*bakalářské*) práce a prohlašuji, že **s o u h l a s í m** s případným užitím mé diplomové (*bakalářské*) práce (prodej, zapůjčení apod.).

Jsem si vědom toho, že užít své diplomové (*bakalářské*) práce či poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem TUL, která má právo ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů vynaložených univerzitou na vytvoření díla (až do jejich skutečné výše).

V Liberci, dne 5. ledna 2009

.....

.

Podpis

TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI
FAKULTA TEXTILNÍ

**ALTERNATIVNÍ METODA HODNOCENÍ MAČKAVOSTI TEXTILIÍ
BEZDOTYKOVOU METODOU**

**ALTERNATIVE METHOD OF EVALUATION THE CRUMPLING OF
TEXTILES BY UNTOUCHABLE METHOD**

Marcela Masárová

KOD/2009/02/1BS

Vedoucí práce: Eva Hercíková

Rozsah práce a příloh: 82 stran

Počet stran: 62 stran

Počet obrázků: 39

Počet tabulek: 5

Počet příloh: 21

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat paní Ing. Evě Hercíkové za drahocenné rady, připomínky a obětavost, kterou mi poskytla při vypracování bakalářské práce. A dále mé rodině, přáteli a blízkým za podporu během studia.

Anotace:

Cílem bakalářské práce je navrhnout a realizovat metodu pro hodnocení mačkavosti na laserovém měřicím přístroji.

Teoretická část se zabývá měřením a hodnocením drsnosti ve strojírenství a mačkavosti v textilním průmyslu dle platných norem. Z parametrů drsnosti vychází i navržená metoda, která byla aplikovaná na hodnocení mačkavosti – experimentální část.

Dále bylo použito měření na dutém válci dle platné normy pro zhodnocení a porovnání výsledků s navrženou metodou.

Footnote:

The aim of this bachelor thesis is to suggest and realize the method for evaluation of crumpling at laser measurement device.

Theoretical part drala with measurement and evaluation of roughness at engineering and crumpling at textile industry according to valid standards. The suggested method which was applied on evaluation of crumpling deduces from the evaluation of roughness.

Further there was used the measurement on hollow cylinder according to the valid standard for evaluation and comparison of results with suggested method.

Klíčová slova:**Klíčová slova****Keywords****Mačkavost****Crumpling****Drsnost povrchu****Roughness of surface****Laserový měřicí přístroj****Laser measurement device****Alternativní metoda****Alternative method****Hodnocení drsnosti povrchu****Evaluation of roughness of surface****Hodnocení mačkavosti povrchu****Evaluation of crumpling of surface**

OBSAH

1	ÚVOD.....	11
2	TEORETICKÁ ČÁST.....	12
2.1	DRSNOST	12
2.1.1	DEFINICE DRSNOSTI POVRCHU.....	12
2.1.2	VZTAH MEZI FUNKCÍ A JAKOSTÍ POVRCHU	12
2.1.3	HODNOCENÍ DRSNOSTI MĚŘÍCÍ TECHNIKOU	13
2.1.4	GEOMETRICKÉ POŽADAVKY NA VÝROBKY	13
2.1.5	NORMALIZOVANÉ CHARAKTERISTIKY DRSNOSTI POVRCHU	16
2.1.5.1	STŘEDNÍ ARITMETICKÁ ÚCHYLKA PROFILU.....	17
2.1.5.2	VÝŠKA NEROVNOSTÍ PROFILU Z DESETI BODŮ	18
2.1.5.3	NEJVĚTŠÍ VÝŠKA NEROVNOSTÍ PROFILU	19
2.1.5.4	STŘEDNÍ ROZTEČ NEROVNOSTÍ PROFILU	19
2.1.5.5	STŘEDNÍ ROZTEČ MÍSTNÍCH VÝSTUPKŮ PROFILU.....	20
2.1.5.6	NOSNÝ PODÍL.....	21
2.1.6	MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE	22
2.1.6.1	ROZDĚLENÍ MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ A METOD	23
2.1.7	POKROK V MĚŘENÍ STRUKTURY POVRCHU.....	25
2.1.8	KONKRÉTNÍ MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE.....	25
2.1.8.1	KONFOKÁLNÍ MIKROSKOP LEXT	26
2.1.8.2	PŘÍSTROJ TALYROD 365	28
2.1.9	METODY HODNOCENÍ DRSNOSTI DLE NOREM.....	29
2.1.9.1	HODNOCENÍ DRSNOSTI POVRCHU VIZUÁLNĚ POMOCÍ SROVNÁVACÍCH ETALONŮ.....	29
2.1.9.2	POROVNÁVACÍ VZORKY DRSNOSTI POVRCHU METODA ZKOUŠENÍ A ÚŘEDNÍ OVĚŘOVÁNÍ.....	30
2.2	MAČKAVOST	32
2.2.1	DEFINICE MAČKAVOSTI.....	32
2.2.2	KOMPLEX DEFORMACÍ.....	32
2.2.2.1	ZÁKLADNÍ TEORIE DEFORMACÍ.....	33
2.2.3	METODY MĚŘENÍ MAČKAVOSTI	35
2.2.4	MĚŘENÍ MAČKAVOSTI DLE ČSN NOREM	36
2.2.4.1	ČSN 80 0820.....	36
2.2.4.2	ČSN 80 0871.....	38
2.2.5	ÚPRAVY ZAJIŠŤUJÍCÍ SNÍŽENÍ MAČKAVOSTI.....	38

2.2.5.1	NEMAČKAVÁ ÚPRAVA	38
2.2.5.2	NEŽEHLIVÁ ÚPRAVA	38
3	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	39
3.1	STANOVENÍ MAČKAVOSTI POMOCÍ DUTÉHO VÁLCE.....	39
3.1.1	PRŮBEH ZKOUŠKY	39
3.1.2	VYHODNOCENÍ ZKOUŠKY	43
3.2	ALTERNATIVNÍ METODA HODNOCENÍ MAČKAVOSTI	47
3.2.1	HARDWAROVÉ VYBAVENÍ.....	47
3.2.2	SOFTWAREOVÉ VYBAVENÍ	49
3.2.3	PŘÍPRAVA VZORKU	50
3.2.4	POSTUP MĚŘENÍ	50
3.2.5	PRINCIP NOVĚ NAVRŽENÉ METODY	52
3.2.6	HODNOCENÍ NAVRŽENÉ METODY	54
3.3	DISKUZE VÝSLEDKŮ	56
4	ZÁVĚR	57
5	LITERATURA.....	59
6	PŘÍLOHY	61

Seznam použitých symbolů a zkratek

Symbol/ zkratka	Jednotka	Význam
apod.		A podobně
atd.		A tak dále
obr.		Obrázek
tab.		Tabulka
tj.		To jest
tzv.		Tak zvaně
α_0	[rad]	Úhel pro okamžité odlehčení
α_{EZ}	[rad]	Úhel elastického zotavení
α_p	[rad]	Zbytkový úhel
$\alpha(t)$	[rad]	Obnovovací schopnost textilie
b_i	[m]	Délka úseku, vytvořená v určité poloze řezu v materiálu profilu čárou
c	[-]	Rychlostní konstanta zotavení
ε_{CE}	[%]	Deformace celková
ε_{EO}	[%]	Deformace elastická okamžitá
ε_{EZ}	[%]	Deformace elastická zotavená
ε_{PL}	[%]	Deformace plastická
F_p	[N]	Tlakovou silou
i	[-]	Pořadí měření
K	[-]	Počet úseků měření
k	[-]	Počet průsečíků křivky profilu se střední čárou na délce měřeného úseku
l	[m]	Základní délka
l_n	[m]	Vyhodnocovaná délka
l_p	[m]	Nosná délka profilu

l_1	[m]	Délka úseku na střední čáře profilu ($l_1 > 1$) ohraničená prvním a po – sledním lichým průsečíkem křiv – ky profilu se střední čarou
m	[-]	Poloha střední čáry
m_o	[kg]	Hmotnost
N	[-]	Počet nejvyšších bodů místních výstupků profilu v rozsahu základní délky
n	[-]	Počet roztečí na střední čáře profilu
n_b	[-]	Počet bodů profilu na základní délce
n_r	[-]	Rozsah souboru
n_0	[-]	Požadovaný počet základních délek na dráze snímáním při měření
n_1	[-]	Počet základních délek snímání při měření ln ve vybraném profilometru
P	[-]	Parametr vypočítaný ze základního profilu
p	[-]	Poloha řezu profilu
R	[-]	Parametr vypočítaný z profilu drsnosti
Ra	[m]	Střední aritmetická úchylka profilu
Rm	[m]	Největší výška nerovností profilu
Rz	[m]	Výška nerovností profilu z deseti bodů
S	[m]	Střední rozteč místních výstupků profilu
s	[-]	Směrodatná odchylka
s^2	[- ²]	Výběrový rozptyl
S_i	[m]	Rozteč místních výstupků
Sm	[m]	Střední rozteč nerovností profilu
t	[s]	Čas

tp	[%]	Nosný podíl
t_z	[s]	Čas zotavení
t_0	[s]	Čas odlehčen
τ	[s]	Zotavovací čas
v	[%]	Variační koeficient
W	[-]	Parametr vypočítaný z profilu vlnitosti
x	[-]	Úsečka profilu odečítaná na střední čáře
\bar{x}	[-]	Průměr
x_i	[-]	Naměřená hodnota v i – tém měření
X_s	[m]	Šířka prvku profilu
y_i	[-]	Souřadnice n bodů profilu povrchu v mezích základní délky; $i= 1, 2,$ $3.....n$
$y_{p\max}$	[-]	Čára výstupku profilu v rozsahu základní délky
y_{pmi}	[m]	Výška i - tého nejvyššího výstupku profilu
$y_{v\max}$	[-]	Čára prohlubně profilu v rozsahu základní délky
y_{vmi}	[m]	Výška i - tého nejvyšší prohlubně profilu
$y(x)$	[-]	Funkce popisující profil
Z_p	[m]	Výška výstupků profilu
Z_t	[m]	Výška prvku profilu
Z_v	[m]	Hloubka prohlubně profilu
Σ	[-]	Suma (součet)

1 ÚVOD

Jak měření a hodnocení mačkavosti, tak drsnosti povrchu ve strojírenství je závažným a složitým úkolem. S rozvojem vědy a techniky se klade větší důraz na jakost výrobku, ať se jedná o strojní součástky, textilní výrobky či metrové zboží. Drsnost povrchu i mačkavost jsou velmi důležité vlastnosti, které se odráží v jakosti výrobku.

Na drsnost povrchu a mačkavost mají vliv chemické a fyzikální reakce, ale také druh a kvalita materiálu a použité technologie při zpracování.

Na měření a hodnocení drsnosti povrchu a mačkavosti bylo vyvinuto mnoho měřících přístrojů a metod hodnocení, ale ne vždy se jedná o objektivní a přesné měřící přístroje a metody hodnocení. Zvyšující se požadavky na kvalitu a přesné měření má za následek vyvíjení stále nových měřících přístrojů a metod hodnocení.

Cílem teoretické části bude posoudit měření a hodnocení drsnosti ve strojírenství podle ČSN a měření a hodnocení mačkavosti v textilním průmyslu podle normy ČSN.

Cílem praktické části bude navrhnout metodu na hodnocení na laserovém měřícím přístroji LG5B65PI od firmy Banner. Navržená metoda bude realizována na sadě elementárních vzorků. Pro ověření a porovnání výsledku navržené metody proběhne měření na dutém válci podle ČSN 80 0871.

Na základě výsledků z obou metod (měření na laserovém přístroji – navržená metoda a měření na dutém válci) proběhne diskuze výsledků.

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 DRSNOST

Drsnost povrchu je jedním z nejdůležitějších parametrů struktury povrchu, která je součástí integrity povrchu. Integritou se rozumí soubor vlastností povrchové vrstvy, která byla změněna technologickým procesem a má rozdílné vlastnosti vzhledem k základnímu materiálu. Strukturou povrchu se zabývá specifická část metrologie, která je zabezpečována jednoúčelovými měřicími přístroji. [7]

Drsnost povrchové vrstvy ovlivňuje velmi výrazně životnost a spolehlivost součástí. Na drsnosti povrchu závisí přesnost chodu strojních součástí, jejich hlučnost, ztráty třením, elektrická vodivost, přestup tepla, únavová pevnost, odolnost proti opotřebení, odolnost proti korozi, z toho vyplývá, že drsnost povrchu tedy ovlivňuje průběhy chemických a fyzikálních jevů. [1]

2.1.1 DEFINICE DRSNOSTI POVRCHU

Drsnosti povrchu se rozumí jako souhrnu nepatrných, nepravidelných nerovností, (tj. výstupků, prohlubin, důlků, rýh atd.), který se značí číselnou hodnotou udávanou v mikrometrech. [2]

2.1.2 VZTAH MEZI FUNKCÍ A JAKOSTÍ POVRCHU

Vztah mezi funkcí a jakostí povrchu, která je vytvořena jistou technologickou metodou, je možné hodnotit ze dvou hledisek:

1. prostorové uspořádání povrchu - vyjadřování především drsnosti
2. fyzikální a povrchové vlastnosti povrchové vrstvy (integrita) - během výroby mohou v důsledku výrobního procesu vzniknout na opracované ploše některé změny, např:
 - povrch je plasticky deformován
 - dochází k fázovým deformacím
 - mění se tvrdost povrchové vrstvy
 - vznikají mikro a makrotrhliny
 - vznikají zbytková napětí v povrchové vrstvě
 - dochází ke změnám vlastností v důsledku chemické absorpce atd. [2]

2.1.3 HODNOCENÍ DRSNOSTI MĚŘÍCÍ TECHNIKOU

Většina měřicí techniky nedovoluje vyhodnotit drsnost na celé ploše, nýbrž pouze na řezu kolmém k základnímu povrchu - průsečnici, která se nazývá profil. Základem mezinárodních i národních norem je tzv. M - systém, tj. systém střední čáry profilu jako základny pro vyhodnocení parametrů drsnosti.

Poloha střední čáry m je určena metodou nejmenších čtverců. Parametry drsnosti jsou rozděleny do tří základních skupin: výškové, podélné a tvarové. Některé parametry se dále rozlišují na parametry amplitudové, roztečné a hybridní, které závisí na výšce a rozteči. Podrobné vysvětlení a definice jsou uvedeny v ČSN EN ISO 4287. [7]

2.1.4 GEOMETRICKÉ POŽADAVKY NA VÝROBKY

V této kapitole byla použita norma ČSN EN ISO 4287 - Geometrické požadavky na výrobky, z které jsou uvedeny pouze některé termíny a definice:

Filtr profilu (profile filter) - filtr rozděluje profily na dlouhovlnné a krátkovlnné složky.

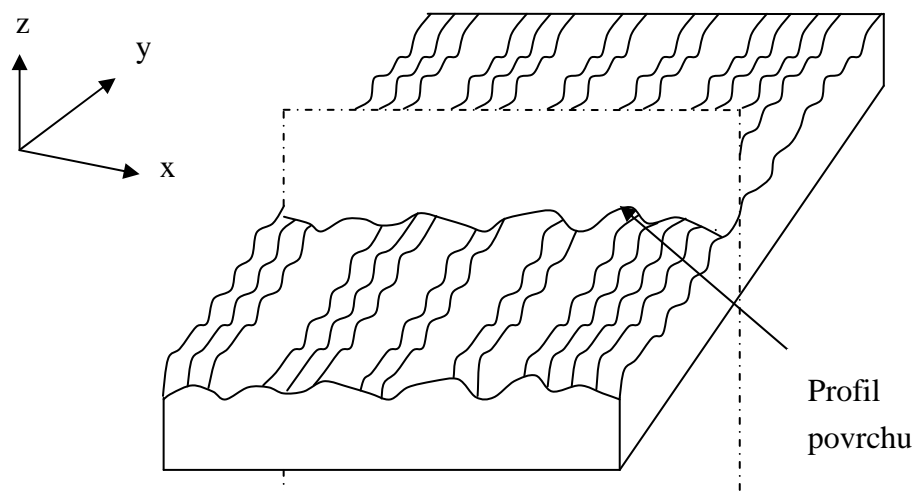
Souřadnicový systém (coordinate systém) - souřadnicový systém, ve kterém jsou definovány parametry struktury povrchu.

Obvykle je využíván pravoúhlý souřadnicový systém, ve kterém osy tvoří pravotočivou kartézskou soustavu.

Skutečný povrch (real surface) - povrch omezující těleso a oddělující ho od okolního prostředí

Profil povrchu (surface profile) obr. 1 - profil vzniklý jako průsečnice skutečného povrchu a dané roviny.

V praxi se obvykle volí rovina kolmá k rovině rovnoběžné se skutečným povrchem ve vhodném směru.



Obr. 1 Profil povrchu [11]

Základní profil (primary profile) - základ pro hodnocení parametrů základního profilu

Profil drsnosti (roughness profile) - profil odvozený ze základního profilu potlačením dlouhovlnných složek použitím filtru

Střední čára profilu drsnosti (mean line the roughness profile) - čára odpovídající dlouhovlnné složce profilu potlačené filtrem profilu

Střední čára základního profilu (mean line for the primary profile) - čára nejmenších čtverců přiléhající jmenovitému tvaru základního profilu

Základní délka l_p, l_r, l_w (sampling length) - délka ve směru osy x , použitá pro rozpoznání nerovností charakterizujících vyhodnocovaný profil

Vyhodnocovaná délka l_n (evaluation lengtht) - délka ve směru osy x , použitá pro posouzení vyhodnocovaného profilu

Názvy geometrických parametrů

P - parametr - parametr vypočítaný ze základního profilu

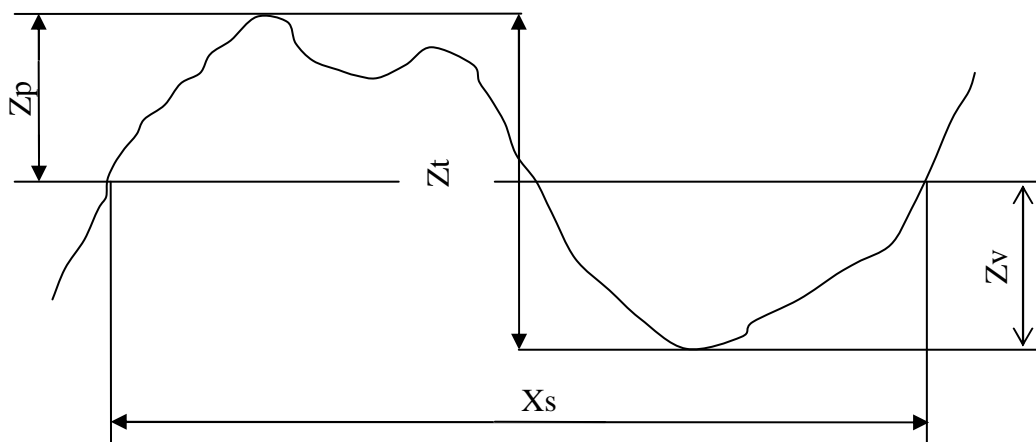
R - parametr - parametr vypočítaný z profilu drsnosti

W - parametr - parametr vypočítaný z profilu vlnitosti

Výstupek profilu (profile peak) - z povrchu ven směřující část posuzovaného profilu spojující dva přilehlé body na průřezu profilu s osou x

Prohlubeň profilu (profile valley) - dovnitř směřující část posuzovaného profilu spojující dva přilehlé body na průřezu profilu s osou x

Prvek profilu (profile element) obr. 2 - výstupek profilu a přilehlá prohlubeň



Obr. 2 Prvek profilu [11]

Z_p = výška výstupků profilu (profile peak height) - vzdálenost mezi osou x a nejvyšším bodem výstupku profilu

Z_t = výška prvku profilu (profile element height) - součet výšky výstupku a hloubky prohlubně prvku profilu

Z_v = hloubka prohlubně profilu (profile valley depth) - vzdálenost mezi osou x a nejnižším bodem prohlubně profilu

X_s = šířka prvku profilu (profile element width) - délka úseku osy x protínající prvek profilu

Při hodnocení drsnosti je velmi nutné znát definice parametrů, jejich vypovídající schopnost a vhodnost pro povrchy vytvořené určitými technologiemi.

Nejpoužívanější parametr R_a (průměrná aritmetická úchylka posuzovaného profilu), pro posouzení povrchu a ostatních vlastností ovšem zdaleka nestačí. V současné době je parametrů drsnosti několik desítek a postupně se vyvíjejí další a nové způsoby hodnocení. [11]

2.1.5 NORMALIZOVANÉ CHARAKTERISTIKY DRSNOSTI POVRCHU

jsou následující:

R_a - střední aritmetická úchylka profilu

R_z - výška nerovností profilu z deseti bodů

R_m - největší výška nerovností profilu

S_m - střední rozteč nerovností profilu

S - střední rozteč místních výstupků profilu

tp - nosný podíl [1]

2.1.5.1 STŘEDNÍ ARITMETICKÁ ÚCHYLKA PROFILU

Střední aritmetická úchylka profilu Ra obr. 3 je přednostní výškou charakteristickou drsností povrchu. Je to střední aritmetická hodnota absolutních úchylek profilu v rozsahu základních délek. [1]

$$Ra = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx \text{ nebo } Ra \approx \frac{1}{n_b} \sum_{i=1}^{n_b} |y(x_i)| \quad (1)$$

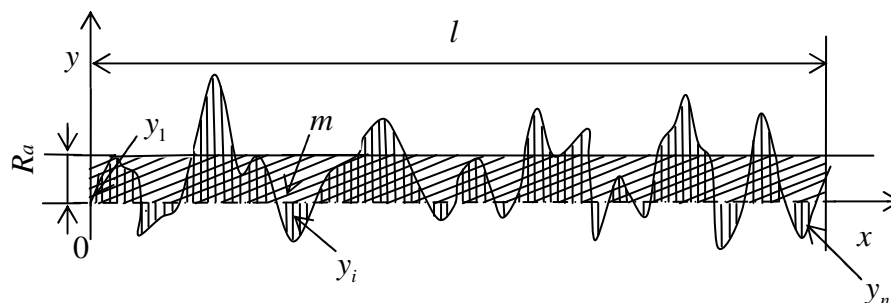
kde: x - úsečka profilu odečítaná na střední čáře

$y(x)$ - funkce popisující profil

y_i - souřadnice n bodů profilu povrchu v mezích základní délky; $i = 1, 2, 3, \dots, n$

l - základní délka

n_b - počet bodů profilu na základní délce



Obr. 3 Vyjádření hodnoty Ra [1]

Je třeba si uvědomit, že výšková charakteristika Ra ve své podstatě udává pouze střední hodnotu vzdálenosti souřadnic jednotlivých bodů profilu zkoumaného povrchu od střední čáry profilu. Je pouze statistickou hodnotou. Z tohoto důvodu nemusí být Ra ve všech případech efektivní při hodnocení drsnosti profilu povrchu.

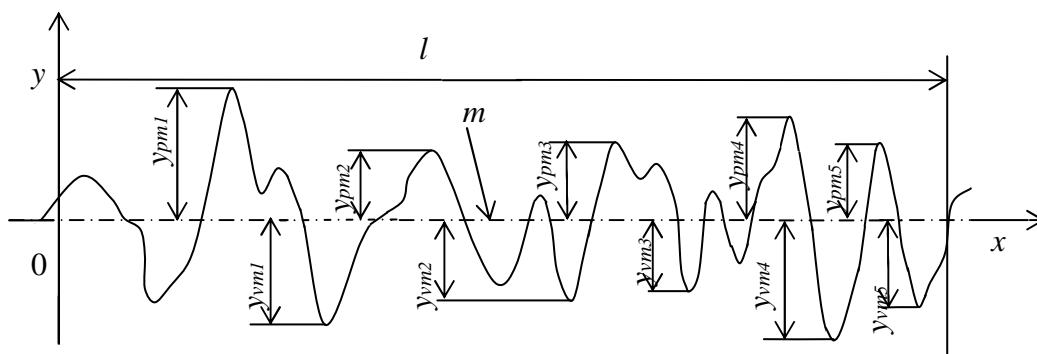
Střední aritmetická úchylka je základní pro popis mikrogeometrie povrchu, je široce užívaná a obhajovaná, protože hodnocení drsnosti povrchu podle Ra je poměrně laciné, ať už s ohledem na cenu pořizovacího přístroje, nebo na snadnost měření.

Získané hodnoty vykazují poměrně značnou přesnost při opakovaném měření. Je zaručeno i jednoduché označování předepsané drsnosti povrchu na výkresech nebo v dokumentaci.

Není však možno přehlédnout známou skutečnost, že dva povrchy mající stejnou hodnotu R_a mohou být zcela rozdílné, ve svém chování z hlediska funkční spolehlivosti, životnosti součástí atd. [1]

2.1.5.2 VÝŠKA NEROVNOSTÍ PROFILU Z DESETI BODŮ

Výška nerovností profilu z deseti bodů R_z obr. 4 je definována jako střední hodnota z absolutních hodnot výšek pěti největších výstupků profilu a hloubek pěti nejnižších prohlubní profilu v rozsahu základní délky. [1]



Obr. 4 Vyjádření hodnoty R_z [1]

$$R_z = \sum_{i=1}^5 |y_{pmi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vmi}| \quad (2)$$

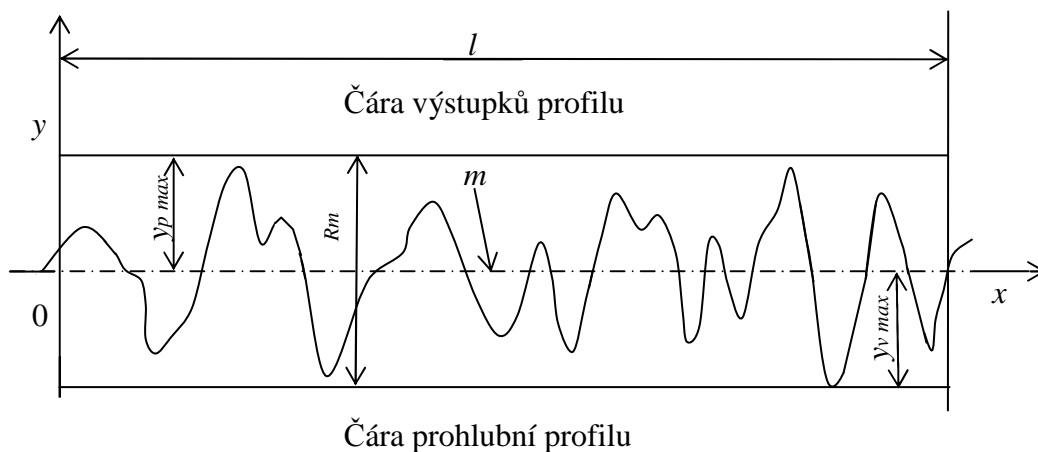
kde: y_{pmi} - výška i - tého nejvyššího výstupku profilu

y_{vmi} - výška i - tého nejvyšší prohlubně profilu

2.1.5.3 NEJVĚTŠÍ VÝŠKA NEROVNOSTÍ PROFILU

Největší výška nerovností profilu R_m obr. 5 je výškovou charakteristikou drsnosti povrchu. Je určena vzdáleností mezi čarou výstupků profilu a čarou prohlubní profilu v rozsahu základní délky, tedy: [1]

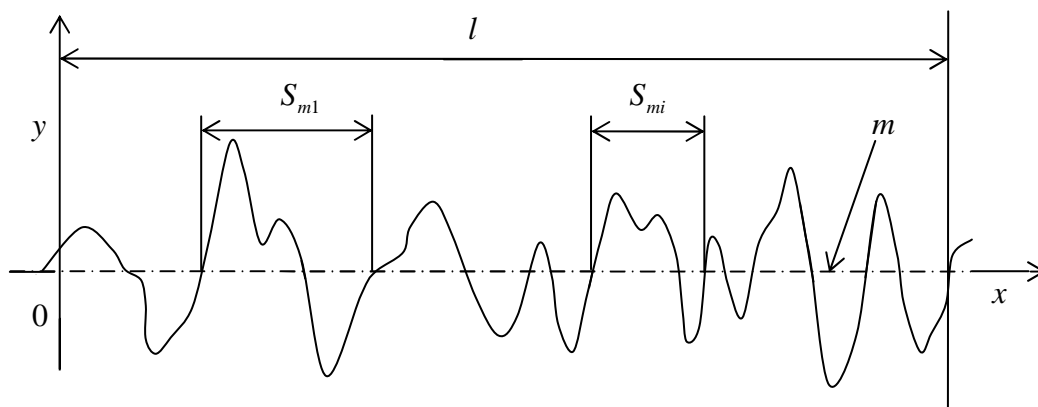
$$R_m = y_{p \max} + y_{v \max} \quad (3)$$



Obr. 5 Vyjádření hodnoty R_m [1]

2.1.5.4 STŘEDNÍ ROZTEČ NEROVNOSTÍ PROFILU

Střední rozteč nerovností profilu S_m obr. 6 je charakteristikou drsnosti povrchu v podélném směru povrchu. Určuje se jako střední hodnota roztečí nerovností povrchu S_{mi} v rozsahu základní délky. [1]



Obr. 6 Vyjádření střední rozteče nerovností S_m [1]

$$Sm = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Smi = \frac{2l_1}{k-1} \quad (4)$$

kde: l_1 - délka úseku na střední čáře profilu ($l_1 > 1$) ohraničená prvním a posledním

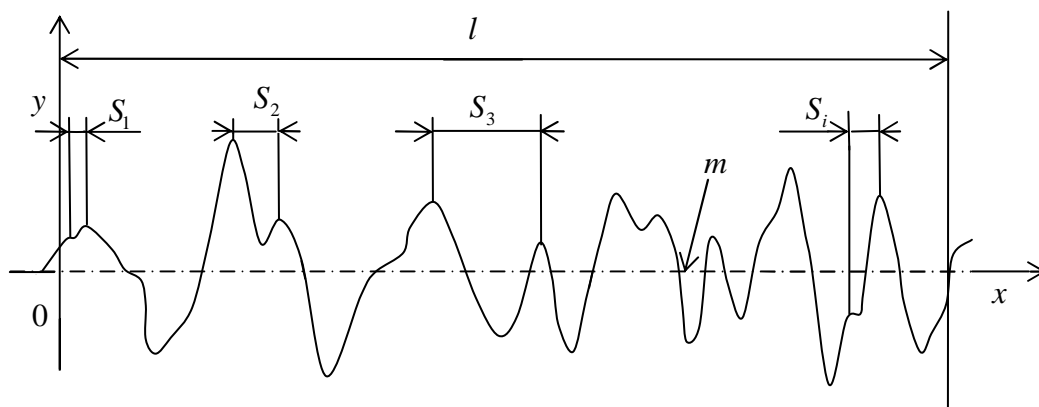
lichým průsečíkem křivky profilu se střední čarou

k - počet průsečíků křivky profilu se střední čarou na délce měřeného úseku

n - počet roztečí na střední čáře profilu

2.1.5.5 STŘEDNÍ ROZTEČ MÍSTNÍCH VÝSTUPKŮ PROFILU

Střední rozteč místních výstupků S obr. 7 je charakteristikou drsnosti povrchu v podélném směru profilu. Určuje se jako střední hodnota roztečí místních výstupků, ležící v rozsahu základní délky. [1]



Obr. 7 Vyjádření rozteče místních výstupků S [1]

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i = \frac{l}{N-1} \quad (5)$$

kde: S_i - rozteč místních výstupků, resp. délka úseků střední čáry profilu mezi

průmětem dvou nejvyšších bodů sousedních místních výstupků profilu

n - počet roztečí na střední čáře profilu

N - počet nejvyšších bodů místních výstupků profilu v rozsahu základní délky

l - základní délka

2.1.5.6 NOSNÝ PODÍL

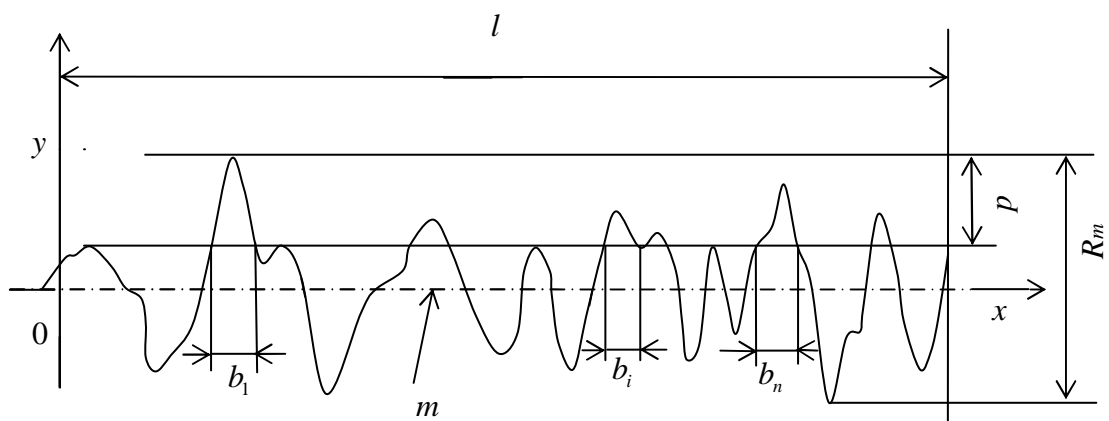
Nosný podíl t_p obr. 8 je tvarovou charakteristikou profilu. Je definován jako poměr nosné délky profilu k základní délce. [1]

$$t_p = \frac{l_p}{l} \quad (6)$$

kde: l - základní délka

l_p - nosná délka profilu, součet délek úseku vytvořených v určité poloze řezu

v materiálu profilu čarou, která je rovná a v určité vzdálenosti (ekvidistantní) se střední čarou profilu v rozsahu základní délky



Obr. 8 Vyjádření nosného podílu t_p [1]

$$l_p = \sum_{i=1}^n b_i \quad (7)$$

Nosný podíl t_p (%) se volí z řady : 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90%

Číselné hodnoty polohy řezu profilu p vyjádřené podílem z R_m (%) se volí z řady: 5, 10, 15, 20, 25, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90%

Př. t_{p20} tj. $p=20\%$ R_m

$$t_{p100} = 1$$

2.1.6 MĚŘÍCÍ PŘÍSTROJE

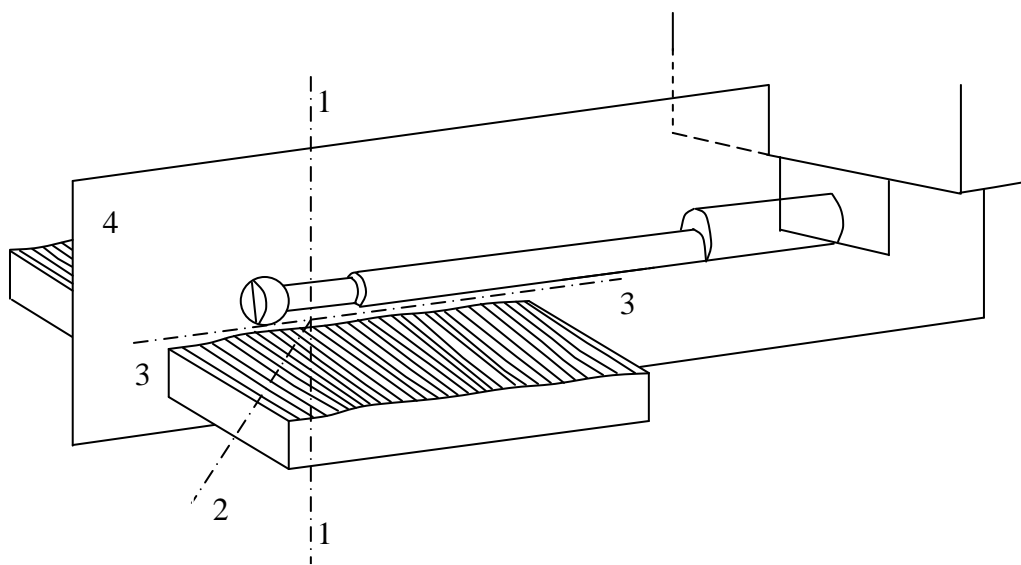
Měření drsnosti se provádí nejčastěji na dotykových profilometrech obr. 9. Dělí se na jednoduché dílenské, přenosné a laboratorní. Princip činnosti profilometru je možno charakterizovat těmito etapami: - vlastní měření (získání hodnot)

- zpracování naměřených hodnot
- dokumentace [7]



Obr. 9 Drsnoměr DH-6 firmy DIAVITE [24]

Měření povrchu se snímá přímočarým pohybem snímače s měřícím hrotem ve spojení s posunovou jednotkou obr. 10.



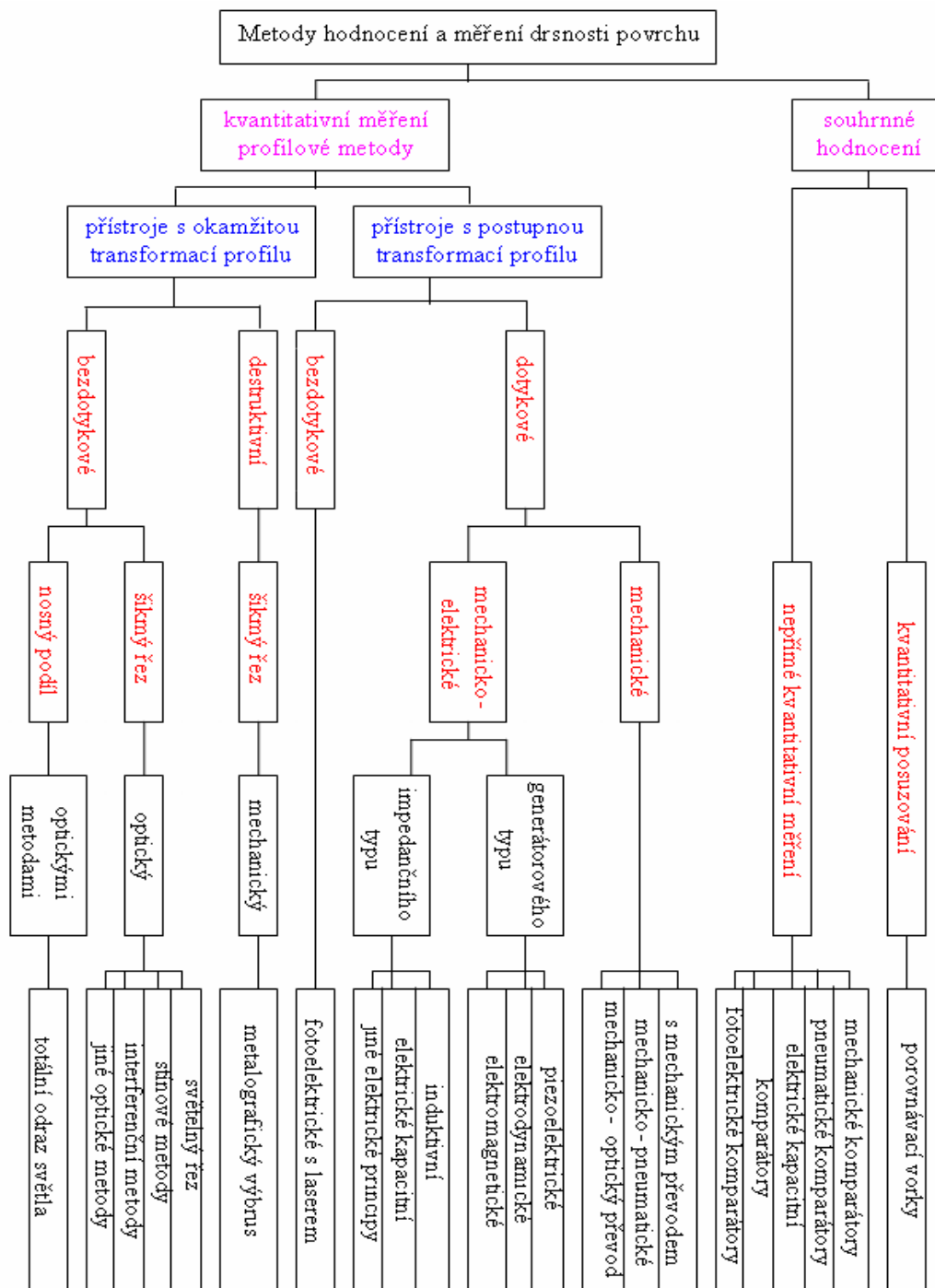
Obr. 10 Schéma dotykové metody snímání profilu [1]

- 1- osa měřícího hrotu
- 2- dotyk hrotu s povrchem
- 3- směr řezu povrchu
- 4- rovina řezu

2.1.6.1 ROZDĚLENÍ MĚŘÍCÍCH PŘÍSTROJŮ A METOD

Kromě dotykové metody se v některých případech uplatňují i metody bezdotykové (optické) na principu rozptylu odráženého světla nebo na principu tzv. optického hrotu. [7]

Níže je uvedeno schéma obr. 11 rozdělení základních měřících metod a přístrojů pro kontrolu drsnosti povrchu. Podkladem pro rozdělení byly normy ISO 1878 - Klasifikace přístrojů a zařízení pro měření a hodnocení drsnosti povrchu a ČSN 25 2300 - Přístroje a zařízení pro měření geometrických veličin jakosti povrchu. [1]



Obr. 11 Klasifikace metod a přístrojů pro měření drsnosti povrchu [1]

Způsob kontroly, uvádí souhrnné kvalitativní hodnocení a profilové metody kvantitativního měření drsnosti povrchu.

Způsob přenosu informací o tvaru profilu nebo plochy, zahrnuje přístroje s postupnou nebo okamžitou transformací tvaru profilu.

Způsob snímání nebo znázornění tvaru profilu plochy, zahrnuje způsob dotykový nebo bezdotykový.

2.1.7 POKROK V MĚŘENÍ STRUKTURY POVRCHU

Vývoj měřicí techniky pro kontrolu struktury povrchu je spjat s potřebami strojírenské výroby, která jednoznačně prosazuje vysokou přesnost a velký rozsah měření v souladu s výsledky normalizačního procesu v daném oboru. Požadavek na vysokou přesnost měření je vyvolán zvyšující se kvalitou dokončených povrchů součástí, která je rozhodujícím faktorem jejich funkční a výkonové způsobilosti.

Z technického, ale i ekonomického hlediska je velmi důležité, aby při výběru měřicího přístroje byl pečlivě posuzován požadovaný výsledek měření v souvislosti s technickými možnostmi zařízení, podmínkami kontroly apod. [22]

Vývoj a výroba měřicí techniky se zaměřily, což nabídka současného trhu prakticky potvrzuje, na řešení následujících problémů měření a hodnocení struktury povrchu:

- přesnost a rozsah měření
- rozsah použití měřicího zařízení
- jednoduchost obsluhy přístroje a hodnocení
- softwarové zabezpečení hodnocení struktury povrchu
- automatizace procesu kontroly a vyhodnocení výsledků měření struktury povrchu

V současné době stále zůstává základem hodnocení struktury povrchu profilovou metodou. [23]

2.1.8 KONKRÉTNÍ MĚŘICÍ PŘÍSTROJE

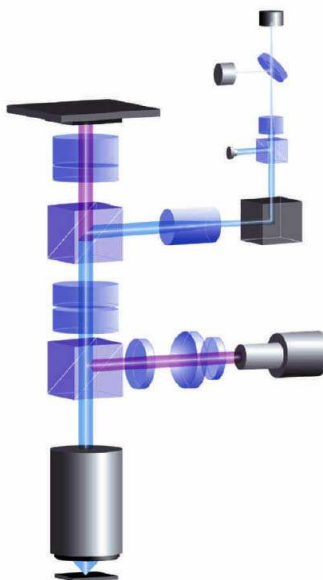
Přístrojů, které se používají na měření povrchu je nepřehledná řada, proto byly vybrány jen některé, které jsou uvedeny níže.

2.1.8.1 KONFOKÁLNÍ MIKROSKOP LEXT

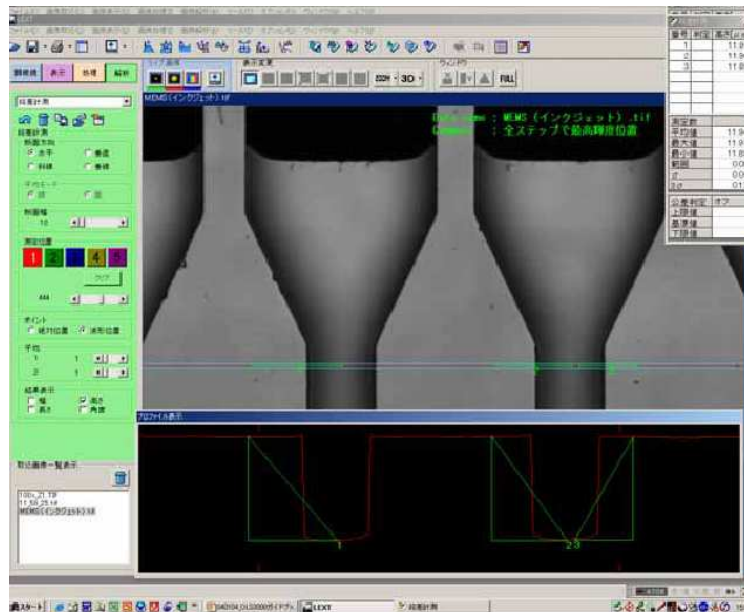
Konfokální mikroskop Lext od firmy Olympus obr. 12 je představitelem nové generace optických obr. 13 systémů s vysokou přesností 3D zobrazování, měření obr. 14 a nabízí nové možnosti při vývoji a kontrole různorodých materiálů a součástek. [21]



Obr. 12 LEXT OLS 3100 [21]

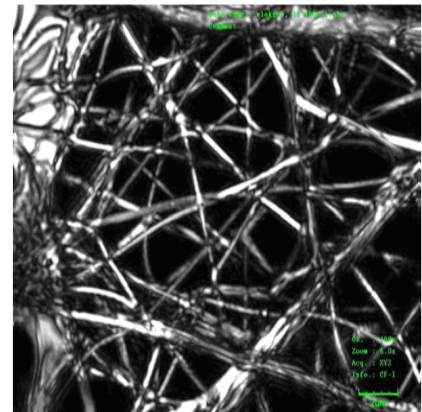


Obr. 13 Princip přístroje[19]



Obr. 14 Měření profilu v jednom řezu – funkce „Step measurement“ [21]

Přístroj LEXT OLS 3100 uvedený, na obr. 15, je používán na katedře textilních materiálů Fakulty textilní Technické univerzity v Liberci. Tento přístroj je používán na zobrazování nanovláken obr.16. [19]



Obr. 15 Konfokální laserový rastrovací mikroskop OLYMUS LEXT OLS 3000 [19] Obr. 16 Zobrazení nanovláken [19]

Konfokální laserový rastrovací mikroskop umožňuje zobrazení povrchů materiálů a součástí od přehledového zobrazení složeného z více zorných polí až po submikronové. Rozsah zvětšení 120x až 14 400x.

Na rozdíl od běžných mikroskopů lze vzorky umisťovat přímo na mikroskopický stolek bez použití vakuové komory.

Pozorování vzorku probíhá v reálném čase a rovněž není za potřeby tzv. „zvodivění“ povrchu součástí. Mikroskop LEXT využívá také laserový svazek o vlnové délce 408 nm s optickými prvky uzpůsobenými pro tuto krátkou vlnovou délku tak, aby se optimalizovala kvalita zobrazení a omezily se případné odchylky.

Základním principem konfokálního mikroskopu LEXT je to, že netvoří obraz vcelku, najednou, ale bod po bodu, řádkováním. Konfokální mikroskop LEXT využívá navíc novou inteligentní softwarovou funkci výpočtu ohnisek (CFO), která k vytvoření obrazu celé plochy vzorku vybírá vždy pouze její nejlépe zobrazené části. [17]

2.1.8.2 PŘÍSTROJ TALYROD 365

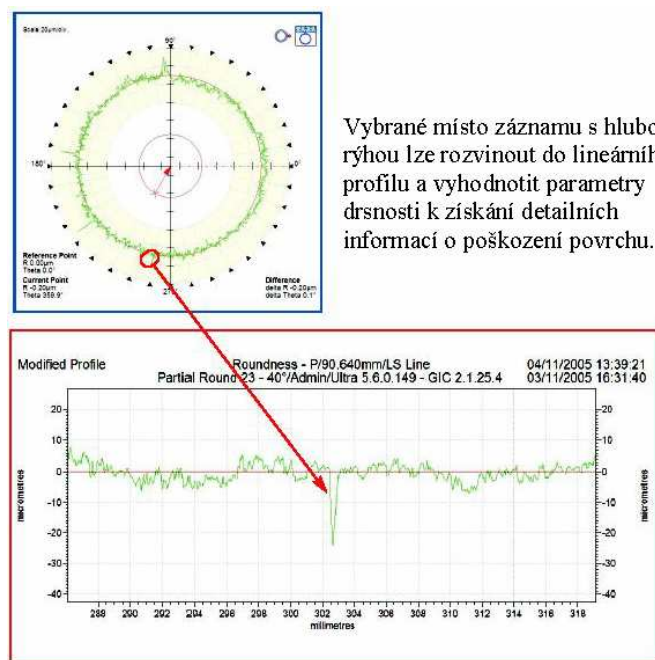
Novinku v měřicí technice představila firma Taylor Hobson – přístroj Talyrond 365 obr. 17 připravený k měření a hodnocení kruhovitosti i struktury povrchu, tzn. drsnosti povrchu, vlnitosti, apod. obr. 18. Dosud byla každá z uvedených geometrických charakteristik kontrolována speciálními měřicími přístroji. Zařízení Talyrond a jeho programového vybavení obr. 19 poprvé umožňuje využít pro obě metrologické metody jediný měřicí systém. [18]



Obr. 17 Talyrond 365 [18]



Obr. 18 Měření váčkového hřídele na přístroji Talyrond 365 [18]



Vybrané místo záznamu s hlubokou rýhou lze rozvinout do lineárního profilu a vyhodnotit parametry drsnosti k získání detailních informací o poškození povrchu.

Obr. 19 Záznam měření kruhovitosti povrchu [18]

2.1.9 METODY HODNOCENÍ DRSNOSTI DLE NOREM

V následujících dvou kapitolách jsou popsány tyto normy:

ČSN 42 9721: Slévárenství. Hodnocení drsnosti povrchu vizuálně pomocí srovnávacích etalonů,

ČSN 25 2303: Porovnávací vzorky drsnosti povrchu,
Metoda zkoušení a úřední ověřování.

2.1.9.1 HODNOCENÍ DRSNOSTI POVRCHU VIZUÁLNĚ POMOCÍ SROVNÁVACÍCH ETALONŮ

Norma uvádí metodu hodnocení drsnosti odlitků vizuálně pomocí srovnávacích etalonů. Metoda je použitelná pro všechny druhy odlitků. Hodnocení je možné použít pro celý povrch odlitků, nebo jen na požadované oblasti odlitku. Tato metoda není určena pro hodnocení vad povrchu odlitků vizuální kontrolou.

Etalony jsou v podstatě replikami skutečných povrchů odlitků, po odlití nebo po dalším zpracování např. trýskání, broušení. Je možno použít fotografii replik ve skutečném měřítku pro rychlý přehled celkové drsnosti etalonů. Tento způsob dává předběžnou informaci pro výběr vhodného formovacího a dokončovacího procesu.

Sada etalonů SCRATA zahrnuje kategorii - A pro odlité plochy

- H pro broušené plochy

- G pro speciální upravené plochy

Se stoupajícím stupněm drsnosti - stupeň 1, 2, 3, 4, 5

Sada etalonů BNIF zahrnuje kategorii: - S1 pro odlité povrchy

- S2 pro broušené povrchy

- S3 pro speciální upravené povrchy

Se stoupajícím stupněm drsnosti- stupně 4/0, 3/0, 2/0, 1/0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 a 8

Oblast odlitků, na nichž má být drsnost hodnocena, musí být jasně vyznačena na výkrese ve stádiu poptávky a objednávky. Musí být stanovena kategorie a stupeň.

Při srovnávání mezi příslušným etalonem a povrchem odlitků musí být etalon umístěn v blízkosti odlitků za dobrých světelných podmínek. Hodnocení je vyhovující pokud je v dané oblasti drsnosti povrchu odlitku stejná nebo menší než drsnost etalonu. Výrobce je povinen zaznamenat výsledky hodnocení a vyhotovit zprávu. [13]

2.1.9.2 POROVNÁVACÍ VZORKY DRSNOSTI POVRCHU METODA ZKOUŠENÍ A ÚŘEDNÍ OVĚŘOVÁNÍ

Stanovení metrologických charakteristik vzorku drsnosti profilometrem se skládá z těchto etap:

- 1) Umístění vzorku na desce přístroje nebo na přípravku.
- 2) Výběr umístění úseku měření.
- 3) Měření charakteristiky R_a profilometrem.
- 4) Vypočítání střední hodnoty a směrodatné odchylky charakteristiky R_a .

Vzorky se umístí tak, aby se snímač přístroje pohyboval ve směru odpovídajícím nejvyšším hodnotám výškových charakteristik. Ve většině případů je tento směr kolmý na stopy opracování.

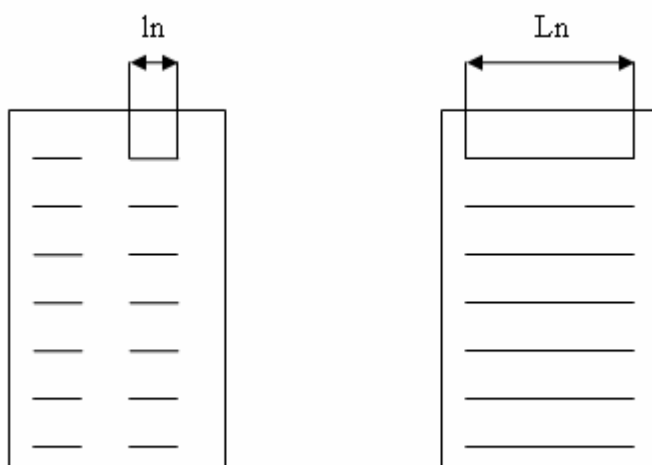
Měření charakteristiky Ra se dělá na deseti úsecích měření Ln , z kterých každý obsahuje čtyři základní délky. Jak se použije profilometr s délkou dráhy snímání ln , která je menší jak čtyři základní délky obr. 20, počet úseků měření se vypočítá podle vztahu:

$$K = \frac{10}{\frac{n_1}{n_0}} \quad (8)$$

kde: n_1 = počet základních délek snímání při měření ln s ohledem na vybraný

profilometr

n_0 = požadovaný počet základních délek na dráze snímáním při měření



Obr. 20 Schéma přibližného měření úseků

Měření charakteristiky Ra na každém K úseku se dělá podle návodu na použití přístroje. Hodnoty charakteristiky Ra každého úseku vzorku se zapíše do protokolu. [12]

2.2 MAČKAVOST

Mačkavost spolu s tuhostí, srážlivostí a splývavostí tvoří skupinu základních vlastností popisujících stálost tvaru plošných textilií, zejména oděvních. Jedná se tedy o vlastnosti reprezentační, které jsou na oděvu patrné na první pohled.

Faktory, které ovlivňují mačkavost textilie, jsou struktura a stavba vláken. Mačkavější jsou extrémně zaplněné tkaniny a pleteniny, protože v nich působí větší kontaktní síly mezi vlákny. Mačkavost ještě vzroste zvyšujícím se působením teploty a vlhkosti. [9, 10]

2.2.1 DEFINICE MAČKAVOSTI

Mačkavost je komplex deformací, při kterých vznikají na textilií trvalé zlomy, záhyby atd. Textilie ztrácí v místě zlomu svou pevnost. Pokud textilie po zmačkání nejeví známky deformace, jedná se o textilií nemačkovou. [3]

2.2.2 KOMPLEX DEFORMACÍ

Komplexním způsobem deformace se rozumí součet elastických a plastických deformací, popř. jejich zotavení.

Vzhledem k mechanickým vlastnostem lze deformaci popsat dle vztahu:

$$\varepsilon_{CE} = \varepsilon_{EO} + \varepsilon_{PL} + \varepsilon_{EZ} [\%] \quad (9)$$

kde: ε_{CE} = deformace celková [%]

ε_{EO} = deformace elastická okamžitá [%]

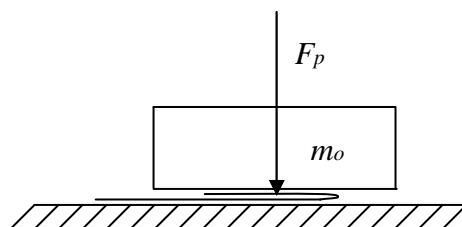
ε_{PL} = deformace plastická [%]

ε_{EZ} = deformace elastická zotavená [%] [10, 20]

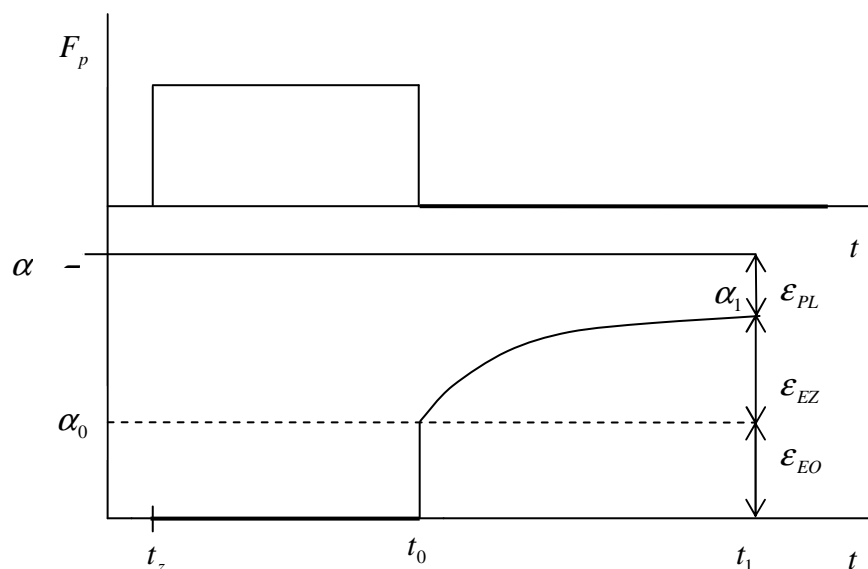
2.2.2.1 ZÁKLADNÍ TEORIE DEFORMACÍ

Základní teorie prostorových deformací a jejich zotavení vychází ze simulace, kdy proužek textilie obr. 21 je zatížen tlakovou silou F_p vytvořenou závažím o hmotnosti m_o v čase t_z a v době t_0 je odlehčen, jak ukazuje časový režim zatížení obr. 22.

Při zatížení dochází v textilií k ohnutí vláken vnějšími silami a následkem toho se vazebně přestaví jejich vnitřní struktura. To má odezvu přes nitě až do plošné textilie, ve které dojde k deformaci. Po odlehčení - čas t_0 proužek „vyskočí“ na hodnotu α_0 , která je ekvivalentní okamžité elastické deformaci ε_{EO} . Následkem dalšího času, t_0 počínaje, dochází k zotavovacímu procesu proužku, který je zakončen, když $\alpha =$ konstantní v čase t_1 . Hodnotu $(\alpha_1 - \alpha_0)$ definujeme jako úhel elastického zotavení α_{EZ} , který je ekvivalentní zotavené elastické deformaci ε_{EZ} . Zbytkový úhel $\alpha_p = (\pi - \alpha_1)$ je úhel, který v plošné textilií zůstává a který je charakterizován jako plastická deformace (nevratná). [10, 20]



Obr. 21 Mačkavost na proužku textilie [10]



Obr. 22 Průběh deformace po odlehčení vzorku [10]

Průběh křivky zotavení $\alpha(t)$ reprezentuje obnovovací schopnost textilie zaujmout původní tvar. Úhel α_0 , pro výpočet jednoparametrického údaje zotavení, je dán vztahem:

$$\alpha = \alpha_0 (10^2 t)^c \quad (10)$$

kde: α_0 - úhel pro okamžité odlehčení

$$\log \alpha_0 = \log \alpha_{60} - 3,5 \log \frac{\alpha_{60}}{\alpha_5}$$

t - čas

c - rychlostní konstanta zotavení

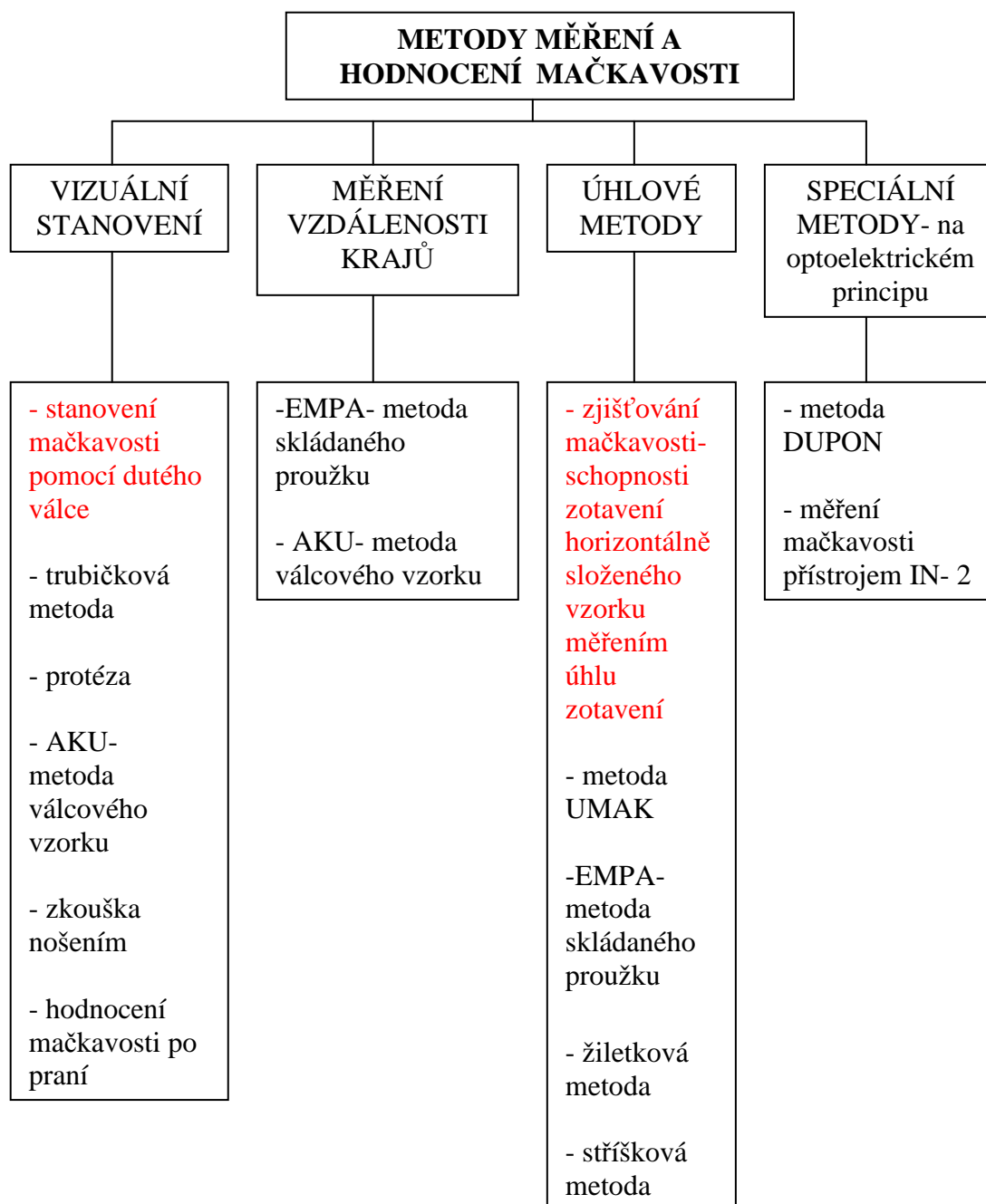
Průběh křivky zotavení dále vypočítává zotavovací čas, jehož je zapotřebí pro úplné zotavení:

$$\tau = \frac{\sqrt[3]{\frac{180}{\alpha_0}}}{6 \cdot 10^3} \quad [\text{h}] \quad (11)$$

Zkouška přehnutého proužku je nejběžnější metoda měření mačkovosti. Může být stanovena normou nebo jinými podmínkami. [10, 20]

2.2.3 METODY MĚŘENÍ MAČKAVOSTI

K měření mačkavosti se užívá několik metod a to ohybová metoda textilního proužku a měření úhlu zotavení, metoda skládaného proužku textile atd. Nejrozšířenější způsob je založen na měření úhlu zotavení α , bylo popsáno výše. Pro zjednodušený přehled metod měření mačkavosti je níže uvedené schéma obr. 23. [4, 6]



Obr. 23 Rozdělení metod podle způsobu použité metody

Měření a hodnocení mačkavosti dle platných ČSN.

Dále lze metody mačkavosti rozdělit podle způsobu stlačení vzorku plošné textilie při zatížení:

- neuspořádané stlačení

- uspořádané stlačení - lze rozdělit do těchto etap:

1. Složení vzorku tak, že jejich dotykové části jsou otočeny o 180°.
2. Na složený vzorek se působí určitý čas stálým tlakem.
3. Odlehčením vzorku a následná relaxace.
4. Vyhodnocení vzorku po určitém čase. [4, 6]

2.2.4 MĚŘENÍ MAČKAVOSTI DLE ČSN NOREM

V této kapitole jsou popsány normy na měření a hodnocení mačkavosti, které jsou platné a normalizované dle ČSN. Tyto normy jsou dvě a patří sem:

ČSN 80 0820 - Zjišťování mačkavosti - schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení.

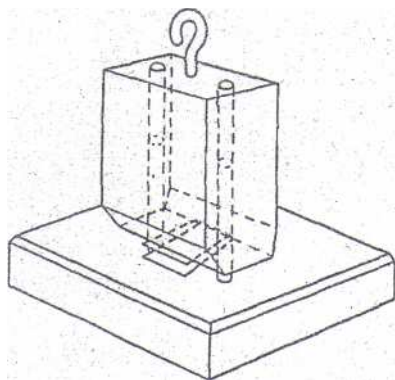
ČSN 80 0871 - Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce.

2.2.4.1 ČSN 80 0820

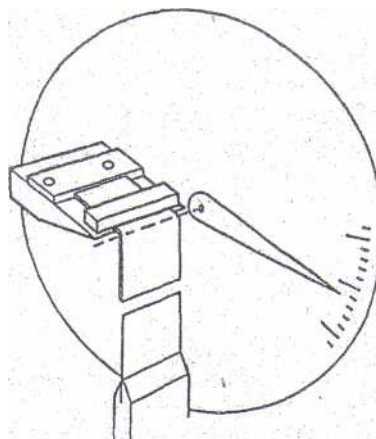
Zjišťování mačkavosti - schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení.

Podstata zkoušky: Pravoúhlý přeložený vzorek předepsaných rozměrů se pomocí vhodného zařízení obr. 24 krátkodobě zatíží. Po odstranění zatížení se vzorek nechá během stanovené doby volně zotavit a pak se měří úhel zotavení obr. 25.

Laboratorní vzorky se stříhají tak, aby byly pokud možno reprezentativní pro celou dodávku. Stříhají se pravoúhlé zkušební vzorky o délce 40 mm a šířce 15 mm. Pro každou zkoušku se připraví nejméně 20 zkušebních vzorků.



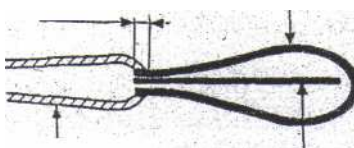
Obr. 24 Zařízení s vertikálním vedením [14]



Obr. 25 Přístroj pro měření úhlu zotavení pro zatížení vzorku [14]

Podmínky zkoušky: Všechny zkoušky se provádějí ve zvoleném ovzduší za určitých klimatických podmínek.

Postup zkoušky: Konce zkušebního vzorku se položí na sebe a drží se pinzetou obr. 26. Mají-li povrchy zkušebních vzorků sklon lpět na sobě, vloží se mezi ramena zkušebního vzorku list papíru nebo kovové fólie. Pak se zkušební vzorek umístí na označené ploše spodní desky zatěžovacího zařízení a opatrně se zatíží. Polovina zkušebních vzorků se přeloží lícni stranou na sebe a zbývající polovina rubovou stranou na sebe. Zkušební vzorek se zatíží na dobu $5 \text{ min} \pm 5 \text{ s}$. Pak se zatížení odstraní a pomocí pinzety se zkušební vzorek přemístí do držáku vzorku zkušebního přístroje a odečítá se úhel zotavení. Dále následuje zpracování výsledků a vytvoření protokolu o zkoušce. [14]



Obr. 26 Složený vzorek [14]

2.2.4.2 ČSN 80 0871

Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce.

Podstata zkoušky spočívá ve stanovení odolnosti proti tvoření skladů a lomů vlivem zatížení elementárního vzorku plošné textilie svinutého do tvaru dutého válce a hodnocení jeho vnějšího vzhledu porovnáním s trojrozměrnými etalony.

Tato metoda bude blíže popsána v experimentální části viz str. 39 – 42. [15]

2.2.5 ÚPRAVY ZAJIŠŤUJÍCÍ SNÍŽENÍ MAČKAVOSTI

Mezi úpravy, které snižují mačkavost patří:- nemačková úprava
- nežehlivá úprava

2.2.5.1 NEMAČKAVÁ ÚPRAVA

Tato úprava se provádí u celulóзовých materiálů za účelem zvýšení elastických modulů vláken, ke kterému dochází tvorbou vazeb síťovacího prostředku s - OH skupinami celulózy.

Úprava zajišťuje schopnost rychlého zotavení během nošení, vyrovnávání vzniklých skladů a odolnosti proti mechanickému namáhání. [8]

2.2.5.2 NEŽEHLIVÁ ÚPRAVA

Tato úprava umožňuje používat výrobek ihned po praní a sušení, bez žehlení či mandlování. Nežehlivá úprava po praní zůstává zachována.

Úprava zajišťuje snížení mačkavosti a zlepšuje rozměrovou stabilitu. [8]

3 EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

Cílem experimentální části je navrhnout a realizovat metodu na hodnocení mačkavosti analogovým laserovým snímačem.

A dále porovnat výsledky navržené metody s výsledky hodnocení mačkavosti na dutém válci dle normy ČSN 80 0871.

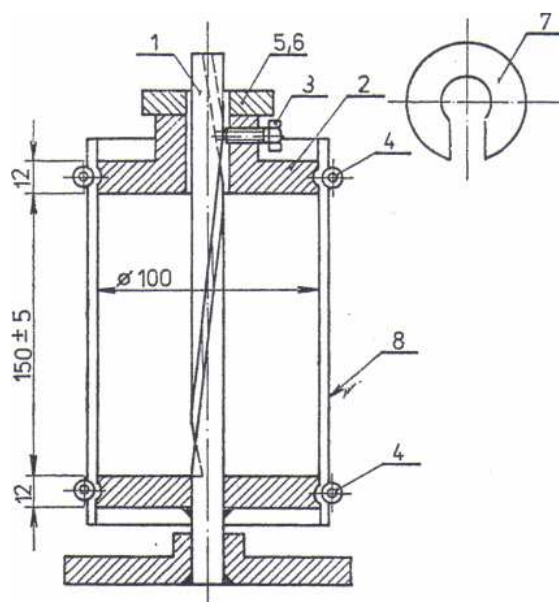
3.1 STANOVENÍ MAČKAVOSTI POMOCÍ DUTÉHO VÁLCE

Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce udává norma ČSN 80 0871. Norma stanovuje odolnost proti tvoření skladů a lomů vlivem zatížení elementárního vzorku plošné textilie svinutého do tvaru dutého válce a hodnocení s trojrozměrnými etalony. [15]

3.1.1 PRŮBEH ZKOUŠKY

Příprava vzorku: Z jednotlivého vzorku se odeberou nejméně dva elementární vzorky v podélném směru a dva v příčném směru o rozměrech 325 mm × 200 mm. Podélný a příčný směr se označí. Elementární vzorky nesmějí mít vady, sklady, lomy.

Zkušební zařízení: Ke zkoušce se použije přístroj obr. 27, skříňka pro hodnocení výsledků zkoušky, trojrozměrné etalony, stopky, desky z umělé hmoty, jehla a šicí nit. [15]



Obr. 27 Schéma přístroje na měření mačkavosti [15]

1 – osa přístroje se šroubovitou drážkou, 2 – horní deska, 3 – zajišťovací šroub, 4 – kruhová vinutá pružina, 5 – závaží o hmotnosti $(1,0 \pm 0,01)$ kg, 6 – závaží o hmotnosti $(2,0 \pm 0,02)$ kg, 7 – dvě závaží bez doplňujících součástí o hmotnosti $(2,0 \pm 0,02)$ kg, 8 – zkoušená plošná textilie

Podmínky zkoušky: Zkouška se provádí za určitých klimatických podmínek podle norem. Hmotnost závaží, doba působení zatížení a doba zotavení se zvolí v souladu s normami technických požadavků na plošné textilie. Hodnocení mačkavosti se provádí při stejnoměrném osvětlení elementárního vzorku a etalonu.

Postup zkoušky: Horní deska přístroje se ze spodní polohy obr. 28 uvede do výchozí polohy a upevní se v určité vzdálenosti od spodní desky obr. 29. Pomocí vinutých pružin se upevní elementární vzorek, který se z kratších stran ručně sešije obr. 30. Uvolní se zajišťovací šroub a vrchní deska se pomalu spouští na spodní obr. 31. Opatrně se přiloží závaží, vybrané z řady: $(1,0 \pm 0,01)$, $(2,0 \pm 0,02)$, $(4,0 \pm 0,04)$, $(6,0 \pm 0,06)$ kg, které se po uplynutí stanovené doby sejme. Doba působení zatížení je $(10,0 \pm 0,5)$ minut nebo $(20,0 \pm 0,5)$ minut. Poté se vysune horní deska, odstraní se stehování, sejmou se vinuté pružiny a elementární vzorek se uloží na desku z umělé hmoty (začíná doba zotavení). Doba zotavení elementárního vzorku se vybere z řady hodnot: 5, 10, 15, 30, 45, 60 minut. [15]



Obr. 28 Horní deska ve spodní poloze



Obr. 29 Horní deska ve výchozí poloze



Obr. 30 Upevnění elementárního vzorku



Obr. 31 Spuštění horní desky na spodní desku

Mačkovost se hodnotí položením etalonu obr. 32 a elementárního vzorku vedle sebe a ohodnotí se celým stupněm. Hodnocení provádí nejméně dvě osoby. Dále následuje zpracování výsledků a vytvoření protokolu o zkoušce. [15]



Obr. 32 Etalony označené celým stupněm

3.1.2 VYHODNOCENÍ ZKOUŠKY

Zkouška na dutém válci proběhla podle platné normy: ČSN 80 0871 - Stanovení mačkavosti na dutém válci.

Zkouška probíhala na 12 vzorcích tkanin, vzorky jsou podrobněji popsány v příloze 1 – 12.

Hmotnost závaží, doba působení zatížení a doba zotavení se vybírá z řady hodnot. Pro vhodné určení těchto hodnot proběhlo zkušební měření a po srovnání výsledků měření bylo vybráno:

Hmotnost závaží, kterým byl vzorek zatěžován je $(2,0 \pm 0,02)$ kg, doba působení zatížení byla $(20,0 \pm 0,5)$ minut a doba zotavení byla 30 minut.

Při zpracování výsledků zkoušky se vypočítá aritmetický průměr mačkavosti ve stupních samostatně pro podélný a příčný směr a zaokrouhlí se směrem k nižšímu stupni, to znamená k horší mačkavosti.

Vyhodnocení zkoušky je zaznamenáno v tab. 1 a 2.

Vzorek	Směr osnovy	Hmotnost závaží [kg]	Čas měření zatížení [min]	Čas měření relaxace [min]	Hodnocení podle etalonu	Průměr a zaokrouhlení etalonu
1 – 1.1	↓	2	10:53 - 11:13	11:13 - 11:43	3	2, 5 \div 2
1 – 1.2	↓	2	10:53 - 11:13	11:13 - 11:43	2	
1 – 2.1	→	2	13:20 - 13:40	13:40 - 14:10	3	\div 3
1 – 2.2	→	2	13:20 - 13:40	13:40 - 14:10	3	
2 – 1.1	↓	2	13:47 - 14:07	14:07 - 14:37	4	\div 4
2 – 1.2	↓	2	13:47 - 14:07	14:07 - 14:37	4	
2 – 2.1	→	2	14:18 - 14:38	14:38 - 15:08	3	\div 3
2 – 2.2	→	2	14:18 - 14:38	14:38 - 15:08	3	
3 – 1.1	↓	2	10:05 - 10:25	10:25 - 10:55	2	\div 2
3 – 1.2	↓	2	10:05 - 10:25	10:25 - 10:55	2	
3 – 2.1	→	2	10:29 - 10:49	10:49 - 11:19	2	1, 5 \div 1
3 – 2.2	→	2	10:29 - 10:49	10:49 - 11:19	1	
4 – 1.1	↓	2	11:29 - 11:49	11:49 - 12:19	5	4, 5 \div 4
4 – 1.2	↓	2	11:29 - 11:49	11:49 - 12:19	4	
4 – 2.1	→	2	11:54 - 12:14	12:14 - 12:44	4	4, 5 \div 4
4 – 2.2	→	2	11: 54 - 12:14	12:14 - 12:44	5	
5 – 1.1	↓	2	12:18 - 12:38	12:38 - 13:08	2	\div 2
5 – 1.2	↓	2	12:18 - 12:38	12:38 - 13:08	2	
5- 2.1	→	2	12:42 - 13:02	13:02 - 13:32	2	\div 2
5- 2.2	→	2	12:42 - 13:02	13:02 - 13:32	2	
6- 1.1	↓	2	13:06 - 13:26	13:26 - 13:56	2	\div 2
6- 1.2	↓	2	13:06 - 13:26	13:26 - 13:56	2	
6- 2.1	→	2	13:29 - 13:49	13:49 - 14:19	3	2, 5 \div 2
6- 2.2	→	2	13:29 - 13:49	13:49 - 14:19	2	

Tab. 1 Vyhodnocení vzorků

Vzorek	Směr osnovy	Hmotnost závaží [kg]	Čas měření zatížení [min]	Čas měření relaxace [min]	Hodnocení podle etalonu	Průměr a zaokrouhlení etalonu
7 – 1.1	↓	2	13:51 - 14:11	14:11 - 14:41	2	1, 5 ± 1
7 – 1.2	↓	2	13:51 - 14:11	14:11 - 14:41	1	
7 – 2.1	→	2	14:14 - 14:34	14:34 - 15:04	2	± 2
7 – 2.2	→	2	14:14 - 14:34	14:34 - 15:04	2	
8 – 1.1	↓	2	07:42 - 08:02	08:02 - 08:32	2	± 2
8 – 1.2	↓	2	07:42 - 08:02	08:02 - 08:32	2	
8 – 2.1	→	2	08:05 - 08:25	08:25 - 08:55	2	± 2
8 – 2.2	→	2	08:05 - 08:25	08:25 - 08:55	2	
9 – 1.1	↓	2	08:29 - 08:49	08:49 - 09:19	2	1, 5 ± 1
9 – 1.2	↓	2	08:29 - 08:49	08:49 - 09:19	1	
9 – 2.1	→	2	08:52 - 09:12	09:12 - 09:42	1	± 1
9 – 2.2	→	2	08:52 - 09:12	09:12 - 09:42	1	
10 – 1.1	↓	2	09:16 - 09:36	09:36 - 10:06	3	± 3
10 – 1.2	↓	2	09:16 - 09:36	09:36 - 10:06	3	
10 – 2.1	→	2	09:40 - 10:00	10:00 - 10:30	3	± 3
10 – 2.2	→	2	09:40 - 10:00	10:00 - 10:30	3	
11 – 1.1	↓	2	10:37 - 10:57	10:57 - 11:27	2	2, 5 ± 2
11 – 1.2	↓	2	10:37 - 10:57	10:57 - 11:27	3	
11 – 2.1	→	2	11:03 - 11:23	11:23 - 11:53	2	± 2
11 – 2.2	→	2	11:03 - 11:23	11:23 - 11:53	2	
12 – 1.1	↓	2	11:25 - 11:45	11:45 - 12:15	1	± 1
12 – 1.2	↓	2	11:25 - 11:45	11:45 - 12:15	1	
12 – 2.1	→	2	11:48 - 12:08	12:08 - 12:38	1	± 1
12 – 2.2	→	2	11:48 - 12:08	12:08 - 12:38	1	

Tab. 2 Vyhodnocení vzorků

V příloze 13 - 16 jsou statisticky zpracovaná naměřená data vyhodnocená na dutém válci, ke kterým byly použity níže uvedené vztahy: [5]

Průměrná hodnota

$$\bar{x} = \frac{1}{n_r} \sum_{i=1}^{n_r} x_i \quad (12)$$

Výběrový rozptyl

$$s^2 = \frac{1}{n_r - 1} \sum_{i=1}^{n_r} (x_i - \bar{x})^2 \quad (13)$$

Směrodatná odchylka

$$s = \sqrt{\frac{1}{n_r - 1} \sum_{i=1}^{n_r} (x_i - \bar{x})^2} \quad (14)$$

Variační koeficient

$$v = \frac{s}{\bar{x}} 10^2 \quad (15)$$

kde: \bar{x} - průměr
 n_r - rozsah souboru
 i - pořadí měření
 x_i - naměřená hodnota v i – tém měření
 s - směrodatná odchylka
 s^2 - výběrový rozptyl
 v - variační koeficient
 \sum - suma (součet)

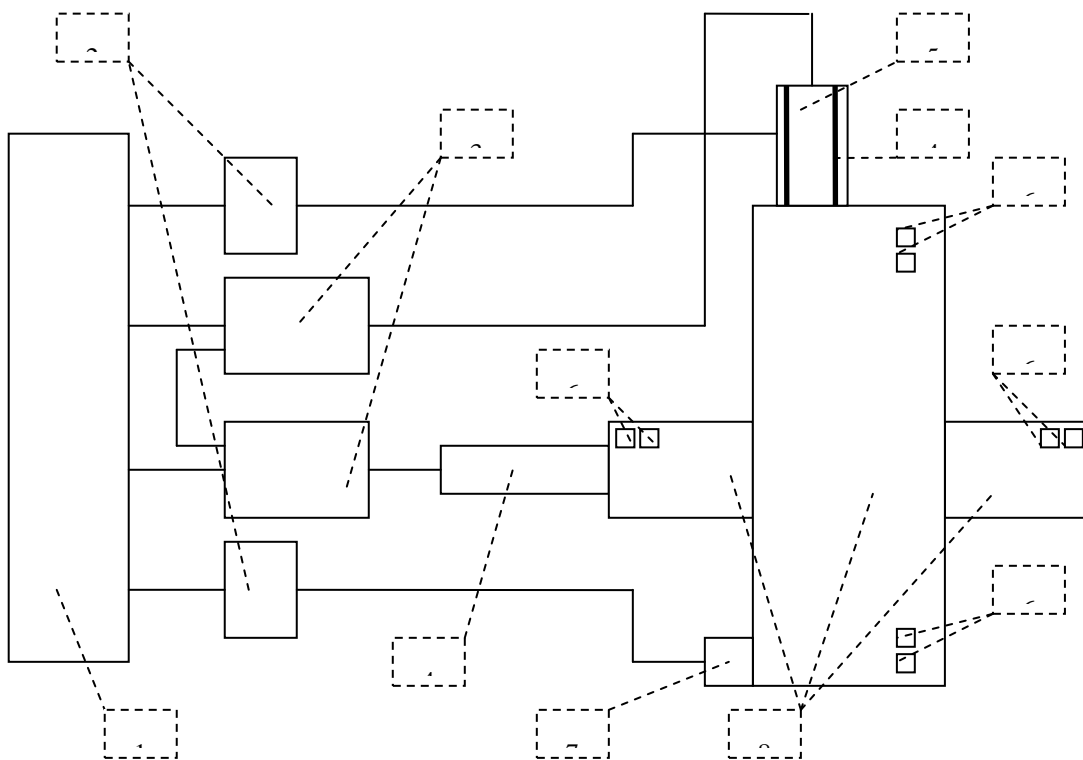
3.2 ALTERNATIVNÍ METODA HODNOCENÍ MAČKAVOSTI

Přístroj s analogovým laserovým snímačem na hodnocení mačkavosti se skládá z hardwarového a softwarového vybavení.

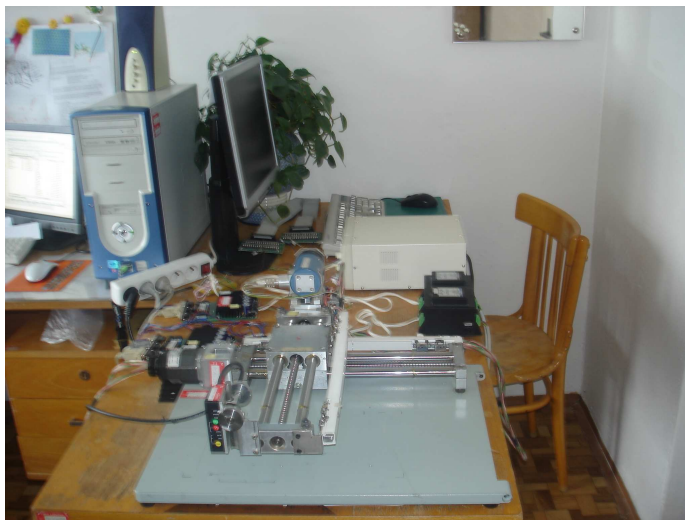
3.2.1 HARDWAROVÉ VYBAVENÍ

Na obr. 33 je znázorněné schéma přístroje a dále následuje fotografie přístroje obr. 34 složeného z těchto částí:

1. PC s měřicí kartou
2. Svorkovnice
3. Desky pro řízení krokových motorů
4. Krokové motory
5. Snímač polohy a posuvu
6. Mikrospínač
7. Snímač pro měření vzdálenosti
8. Lineární posuvy



Obr. 33 Schéma přístroje pro měření mačkavosti alternativní metodou [4]



Obr. 34 Přístroj na měření mačkovosti

Měřicí karty patří mezi nejrozšířenější typy zásuvných měřících desek do PC. Nejčastěji v sobě tyto desky kumulují funkce vícenásobného analogového vstupu, vícenásobného analogového výstupu, čítače impulsů a číslicové vstupy a výstupy.

Svorkovnice slouží jako přechod mezi řídicím systémem a okolím.

Krokové motory jsou pohonem, který umí přesně nastavit svoji polohu i přes působící síly ji udržet.

Snímače polohy a posuvu. K určení polohy si lze vybírat z mnoha senzorů. Jedním z nejjednodušších typů optoelektronických snímačů jsou inkrementální senzory. Tento senzor byl využit pro snadné snímání pozice jednoho z posuvů.

Dva mikrospínače jsou připevněny na každé straně obou lineárních posuvů. Jeden pro softwarové ošetření a druhý jako pojistka proti zničení celého zařízení, které v případě sepnutí odpojí zdroj.

Snímač vzdálenosti byl zvolen laserový měřící snímač LG5B65PI od firmy Banner. Tento senzor je samostatným měřícím systémem třídy 2. K měření nepotřebuje zvláštní kontroler.

Lineární vedení převádí rotační pohyb rotoru motoru na lineární pohyb polohovaného břemene. Na tomto přístroji je lineární vedení s vodícími tyčemi v provedení bez krytí a s tyčemi o průměru 16 mm. [4]

3.2.2 SOFTWAREVÉ VYBAVENÍ

Hlavní řídicí program

Programové prostředí Matlab 7.3

HLAVNÍ ŘÍDÍCÍ PROGRAM

Hlavní řídicí program zpřístupňuje funkce jednotlivých programů a dále zpracovává a upravuje data.

Hlavní řídicí program je složen z několika částí:

1. inicializace měřicí karty
2. spuštění krokových motorků
3. spuštění snímání laserového a inkrementálního snímače
4. zpracování naměřených dat
5. úprava dat pomocí filtrů [4]

PROGRAMOVÉ PROSTŘEDÍ MATLAB 7.3

Název MATLAB je zkratkou slov MATrix LABoratory volně přeloženo „laboratoř s maticemi,“ což odpovídá tomu, že klíčovou datovou strukturou při výpočtech v Matlabu jsou matice.

Matlab je programové prostředí a skriptovací programovací jazyk pro vědeckotechnické numerické výpočty, modelování, návrhy algoritmů, počítačová simulace, analýzu a prezentaci dat, měření a zpracování signálů, návrhy řídicích a komunikačních systémů. Nadstavbou Matlabu je Simulink. [16]

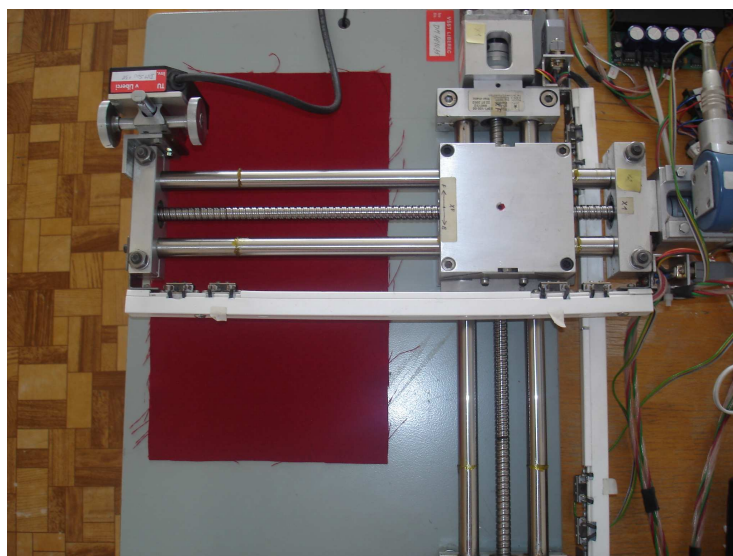
3.2.3 PŘÍPRAVA VZORKU

Z jednotlivého vzorku materiálu se odebere jeden elementární vzorek v příčném směru a jeden elementární vzorek v podélném směru o rozměrech 325 mm × 200 mm. Příčný a podélný směr vzorku se označí.

Elementární vzorek je podroben měření na dutém válci (zatížení 2 kg po dobu 20 minut, relaxace 30 minut). A dále nastává vlastní měření na laserovém měřicím přístroji.

3.2.4 POSTUP MĚŘENÍ

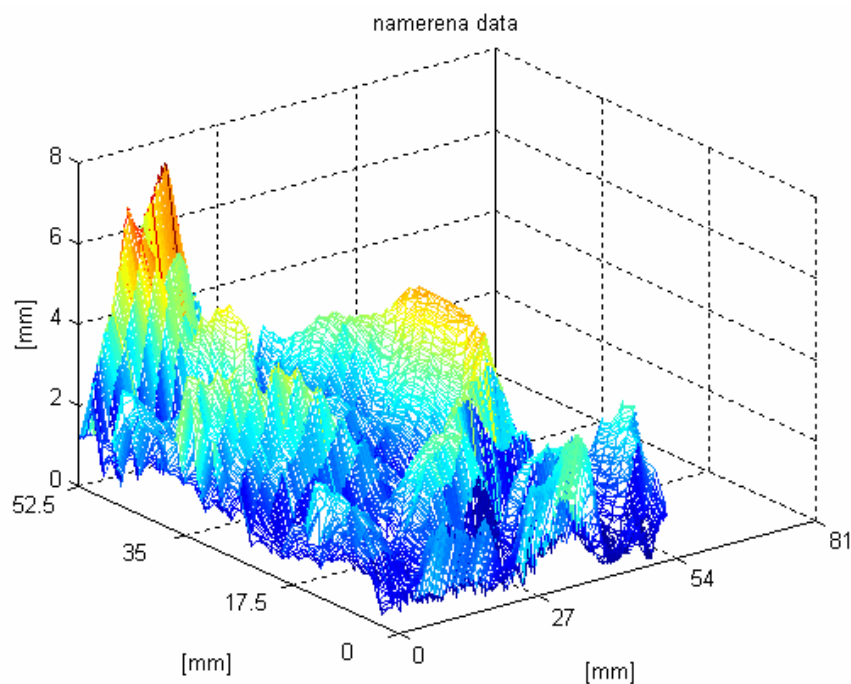
Ovládání měřicího přístroje je velice jednoduché. Nejprve se vybraný elementární vzorek vloží na měřicí desku do předem označené oblasti obr. 35. Všechny přístroje včetně počítače se musí zapnout.



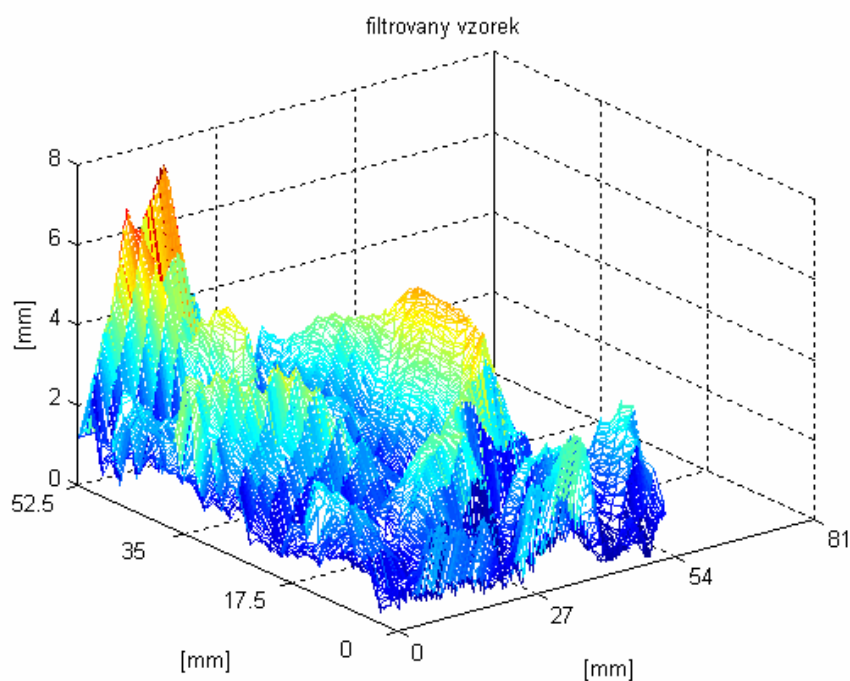
Obr. 35 Vzorek vložený na měřicí desce přístroje

Dále je třeba otevřít prostředí programu Matlab, které slouží k ovládání celého měřicího zařízení. V programu Matlab je třeba zadat jméno hlavního řídicího programu a do komunikačního okna: *snimani*. Tímto je celý proces snímání spuštěn.

Po skončení procesu snímání a vyhodnocování dat se objeví graf s výslednými hodnotami – graf nefiltrovaný obr. 36 a také graf s filtrovanými hodnotami obr. 37. Oba grafy a výsledná matice, do které se nasnímané hodnoty zapisují, je třeba uložit pro další práci při vyhodnocování elementárních vzorků.



Obr. 36 Graf s výslednými hodnotami

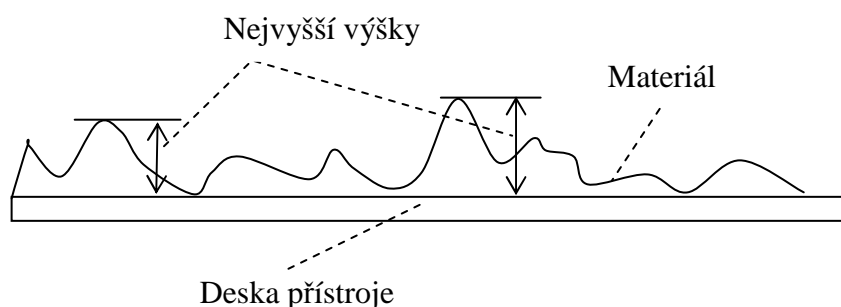


Obr. 37 Graf s filtrovanými hodnotami

3.2.5 PRINCIP NOVĚ NAVRŽENÉ METODY

M – file, který byl vytvořen v programu Matlab příloha 17, má za úkol vyhodnotit elementární vzorky nasnímané laserovým měřícím přístrojem.

Vyhodnocení elementárního vzorku bylo inspirováno parametry drsnosti, jako je výška prvku profilu, jak je znázorněno na obr. 38.



Obr. 38 Nejvyšší výšky profilu

Výsledkem nasnímaného elementárního vzorku je matice [30, 1001] s nasnímanými hodnotami, kterou vyhodnocuje navržený M – file. Podle vytvořeného M – filu je matice seřazena podle velikosti od nejvyšší po nejnižší hodnoty. První dvě hodnoty každého řádku jsou zanedbány z důvodu, kdy mohlo dojít k případným rázům či odchylkám během snímání elementárního vzorku. Třetí až dvanáctá hodnota každého řádku se zprůměruje. Tím vznikne matice [30, 1]. Všechny hodnoty se seřadí od nejvyšší po nejnižší a dvacet nejvyšších hodnot se opět zprůměruje. Tím M – file vygeneruje jednu jedinou hodnotu a to průměr nejvyšších hodnot udávaný v mm.

Ve vytvořeném M – filu lze měnit počet hodnot, které se zprůměrují, a také počet řad, z kterých se hodnoty opět zprůměrují. Některé ze zkoušených možností jsou v příloze 18 – 19.

Při porovnání výsledků naměřených na laserovém měřícím přístroji s výsledky naměřených na dutém válci bylo zvoleno hodnocení, které je popsáno výše (deset nejvyšších hodnot z dvaceti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že dvě nejvyšší hodnoty se zanedbají). Tab. 3 vyhodnocení vzorků.

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	5, 5478
12 - 1	↓	5, 3482
7 - 2	→	3, 0813
9 - 2	→	2, 5897
7 - 1	↓	2, 5740
1 - 2	→	2, 1854
8 - 2	→	2, 1292
6 - 2	→	2, 0941
5 - 1	↓	2, 0852
3 - 1	↓	2, 0171
9 - 1	↓	1, 9874
5 - 2	→	1, 8794
3 - 2	→	1, 7852
1 - 1	↓	1, 7639
8 - 1	↓	1, 7406
6 - 1	↓	1, 6264
11 - 2	→	1, 2296
4 - 2	→	1, 1377
11 - 1	↓	1, 1151
4 - 1	↓	1, 0701
2 - 2	→	0, 9705
2 - 1	↓	0, 9142
10 - 2	→	0, 9083
10 - 1	↓	0, 7822

Tab. 3 Vyhodnocení vzorků

3.2.6 HODNOCENÍ NAVRŽENÉ METODY

Aby bylo možno porovnat výsledky měření na dutém válci s navrženou metodou měřenou na laserovém snímači je třeba k průměrům nejvyšších hodnot v mm přidělit příslušný stupeň etalonu podle tab. 4.

Stupeň	Rozdělení do stupňů podle navržené metody
1	nad 2, 20
2	1, 20- 2, 19
3	0, 94- 1, 19
4	0, 69- 0, 93
5	pod 0, 75

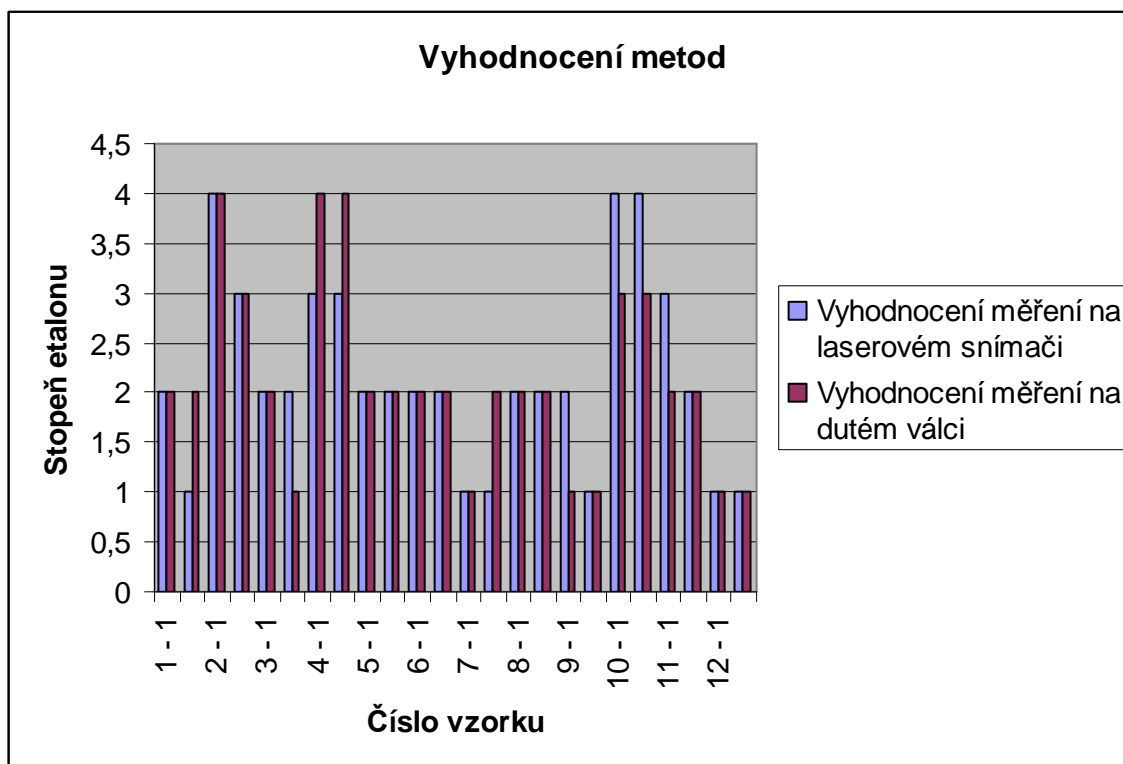
Tab. 4 Vyhodnocení

Po přiřazení etalonu následuje srovnání výsledků měření na dutém válci s měření na laserovém snímači viz tab. 5. Označené vzorky se shodují ostatní vzorky se liší o jeden stupeň.

Pro lepší přehlednost vyhodnocení z obou metod je uveden graf obr. 39.

Vzorek	Směr osnovy	Výsledek navržené metody [mm]	Přiřazení stupně podle navržené tabulky	Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení etalonu zaokrouhleno na celý stupeň
12 - 2	→	5, 5478	1	12- 1	↓	1
12 - 1	↓	5, 3482	1	12- 2	→	1
7 - 2	→	3, 0813	1	9- 2	→	1
9 - 2	→	2, 5897	1	9- 1	↓	1
7 - 1	↓	2, 5740	1	3- 2	→	1
1 - 2	→	2, 1854	2	7- 1	↓	1
8 - 2	→	2, 1292	2	3- 1	↓	2
6 - 2	→	2, 0941	2	5- 1	↓	2
5 - 1	↓	2, 0852	2	5- 2	→	2
3 - 1	↓	2, 0171	2	6- 1	↓	2
9 - 1	↓	1, 9874	2	7- 2	→	2
5 - 2	→	1, 8794	2	8- 1	↓	2
3 - 2	→	1, 7852	2	8- 2	→	2
1 - 1	↓	1, 7639	2	11- 2	→	2
8 - 1	↓	1, 7406	2	1- 1	↓	2
6 - 1	↓	1, 6264	2	6- 2	→	2
11 - 2	→	1, 2296	2	11- 1	↓	2
4 - 2	→	1, 1377	3	1- 2	→	3
11 - 1	↓	1, 1151	3	2- 2	→	3
4 - 1	↓	1, 0701	3	10- 1	↓	3
2 - 2	→	0, 9705	3	10- 2	→	3
2 - 1	↓	0, 9142	4	2- 1	↓	4
10 - 2	→	0, 9083	4	4- 1	↓	4
10 - 1	↓	0, 7822	4	4- 2	→	4

Tab. 5 Srovnání výsledků obou metod



Obr. 39 Graf vyhodnocení obou metod

3.3 DISKUZE VÝSLEDKŮ

Po srovnání výsledků obou metod se z dvaceti čtyř elementárních vzorků shodovalo patnáct a zbylých devět elementárních vzorků se lišilo o jeden stupeň. Shoda elementárních vzorků byla na 62, 5%.

Při porovnání obou metod k nedocílení vyšší shody u elementárních vzorků mohlo dojít tak, že navržená metoda vyhodnocuje nejvyšší výšky, kdežto při porovnání s etalonu se berou v úvahu jak nejvyšší výšky, tak hustota skladů. Přesto se dá konstatovat, že tato metoda je objektivnější a dá se dále rozvíjet.

Doporučení pro navrženou metodu je ověřit ji u více odlišných druhů materiálu s větším množstvím elementárních vzorků.

Je také možné realizovat metodu, která by se zabývala hustotou skladů na určitou délku, popřípadě kombinací s navrženou metodou, tím by se dalo docílit taktéž vyšší shodě s měřením na dutém válci.

4 ZÁVĚR

Cílem teoretické části bylo posoudit měření a hodnocení drsnosti povrchu ve strojírenství a mačkavosti v textilním průmyslu podle ČSN.

I když jsou tyto dva vědní obory rozdílné, mají některé společné znaky, jako například vliv na jakost výrobku, dále v měření a hodnocení se klade velký důraz na co nejpřesnější a objektivní výsledky. Nejjednodušší způsob zjištění mačkavosti je zmačknutí textilie v ruce a u drsnosti povrchu je to omakem, či pouhým okem (u zkušených pracovníků). I když měření drsnosti a měření mačkavosti se provádí na různých přístrojích, jsou metody, které se hodnotí podle etalonů. Tyto metody ovšem nejsou tak přesné z důvodu, kdy hodnocení provádí člověk (podle normy nejméně dvě osoby). Mezi nejnovější metody patří metody bezdotykové na optoelektrickém principu a hodnocení se může provádět pomocí připojeného počítače s patřičným hardwarovým vybavením. Ne všechny výše uvedené metody jsou normalizované.

Podle ČSN je mnoho norem pro měření a hodnocení drsnosti, nebylo ovšem možné získat všechny normy, a proto jsou v této práci jen ty, které byly považovány za stěžejní:

ČSN 25 2303 (252303) - Porovnávacie vzorky drsnosti povrchu. Metódy skúšania pre úradné overovanie.

ČSN EN 1370 (429721) - Slévárenství – Hodnocení drsnosti povrchu vizuálně pomocí srovnávacích etalonů.

K dostatečnému pochopení problematiky drsnosti povrchu jsou uvedeny i některé termíny a definice podle normy:

ČSN EN ISO 4287 (01 4450) - Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu: Profilová metoda - Termíny, definice a parametry struktury povrchu.

Co se týče měření a hodnocení mačkavosti, jsou normalizované pouze dvě metody, a to: ČSN EN 22313 (800820) - Zjišťování mačkavosti - schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení.

ČSN 80 0871 (800871) - Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce.

Zvyšující se kvalita výrobků, ať už strojních nebo textilních, má za následek vyvíjení stále nových měřících přístrojů a metod hodnocení drsnosti povrchu a mačkavosti, které nejsou normalizované (jak již bylo zmíněno výše), ale kdo ví, jestli tyto měřící přístroje a metody hodnocení nebudou jednou normalizované podle ČSN.

Cílem experimentální části bylo navrhnout a realizovat metodu na hodnocení mačkavosti laserovým měřícím přístrojem. Tento přístroj se nachází na KOD (katedra oděvnictví) Technické univerzity v Liberci.

Navržená metoda byla inspirována parametry drsnosti a realizována na řadě elementárních vzorků. Navržené hodnocení bylo realizováno v programu Matlab 7.3. Výsledkem z programu Matlab 7.3 je určení u každého vzorku nejvyšší výšky udané v mm. To znamená, že čím je hodnota v mm vyšší, tím elementární vzorek vykazuje větší mačkavost. Podle velikosti hodnoty v mm byla vytvořena tabulka vyhodnocení, která ke každé hodnotě v mm přiřadí číslo etalonu. Toto hodnocení bylo vytvořeno z důvodu, aby bylo možné porovnat elementární vzorky s metodou:

ČSN 80 0871 (800871) Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce.

Z provedeného srovnání výsledků obou metod bylo zjištěno, že z dvaceti čtyř elementárních vzorků se shodovalo patnáct elementárních vzorků a zbylých devět elementárních vzorků se lišilo o jeden stupeň.

Ač výsledky navržené metody nedosahovaly větší shody, lze přesto konstatovat, že na navržené metodě zjistíme jak nejvyšší výšku, tak přiřazené číslo etalonu. Naproti tomu měření mačkavosti na dutém válci přiřadí pouze číslo etalonu, a to není vždy objektivní.

Pro další práci na laserovém měřícím přístroji by bylo vhodné přidělat pohyblivé svorky k uchycení elementárního vzorku na desku přístroje.

Doporučení pro navrženou metodu je ověřit ji u více odlišných druhů materiálu s větším množstvím elementárních vzorků.

Je také možné realizovat metodu, která by se zabývala hustotou skladů na určitou délku, popřípadě kombinací s navrženou metodou.

5 LITERATURA

- [1] BUMBÁLEK, B. - ODVODY, V. – OŠŤÁDAL, B. *Drsnost povrchu*. Praha: SNTL, 1989.
- [2] DOSTÁL, F. *Drsnost obrobených ploch*. Praha: SNTL, 1962.
- [3] HLOCH, S. - SODOMKA, L. - VOLÍČEK, J. - RADVANSKÁ, A. *Struktura, vlastnosti, diagnostika a technologie textilií*. Prešov: Vydavateľství Michala Vaška, 2006.
- [4] KLÍMOVÁ, E. *Bezkontaktní metoda snímání deformace plošné textilie*. Diplomová práce, 2004
- [5] KOVAČIČ, V. *Kapitoly z textilního zkušebnictví*. Skripta TU v Liberci, 2004.
- [6] KRMELOVÁ, H. *Ověření alternativní metody hodnocení mačkavosti plošných textilií*. Bakalářská práce, 2007.
- [7] MÁDL, J. - KAFKA, J. - VRABEC, M. - DVOŘÁK, R. *Technologie obrábění I. díl*. Skripta ČVUT v Praze, 2000.
- [8] ODVÁRKA, J. *Finální úpravy textilií*. Skripta TU v Liberci, 2000.
- [9] RŮŽIČKOVÁ, D. *Oděvní materiály*. Skripta TU v Liberci, 2003.
- [10] STANĚK, J. *Nauka o textilních materiálech, díl I. část 4 - Vlastnosti délkových a plošných textilií*. VŠ strojní a textilní v Liberci, 1988.
- [11] ČSN EN ISO 4287 (014450) *Geometrické požadavky na výrobky (GPS) – Struktura povrchu: Profilová metoda – Termíny, definice a parametry struktury povrchu*.
- [12] ČSN 25 2303 (252303) *Porovnávacie vzorky drsnosti povrchu. Metódy skúšania pre úradné overovanie*.
- [13] ČSN EN 1370 (429721) *Slévárenství – Hodnocení drsnosti povrchu vizuálně pomocí srovnávacích etalonů*.
- [14] ČSN EN 22313 (800820) *Zjišťování mačkavosti – schopnosti zotavení horizontálně složeného vzorku měřením úhlu zotavení*.
- [15] ČSN 80 0871 (800871) *Stanovení mačkavosti pomocí dutého válce*.
- [16] *Matlab – Wikipedie, otevřená encyklopedie* [online]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/MATLAB> [citováno 2007 - 6 - 30].

- [17] KUDLÁČEK, Jan. *Nové laserové konfokální mikroskopy pro materiálový výzkum* [online]. Dostupné z:
<http://ctiv.fsid.cvut.cz/podklady/akce/lex/LEXT_Olympus_prispevek.pdf>
[citováno 2008 - 12 - 3].
- [18] NOVÁK, Zdeněk. *Měření kruhovitosti a drsnosti povrchu jedním přístrojem* [online]. Dostupné z:
<http://gps.fme.vutbr.cz/STAH_INFO/2608_IMECO_kruh.pdf> [citováno 2008 - 12 - 3].
- [19] VIKOVÁ, Martina. *Mikroskopie V* [online]. Dostupné z:
<<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080317/8.Mikroskopie%20V.pdf>>
[citováno 2008 - 12 - 3].
- [20] *Zkoušení textilií – Stálost a odolnost plošných textilií* [online]. Dostupné z:
<http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20080514/ZKB_prednaska_12.pdf>
[citováno 2008 - 12 - 3].
- [21] JIŘIKOVSKÝ, Karel. *Laserový konfokální řádkovací mikroskop* [online]. Dostupné z:
<<http://www.mmspektrum.com/clanek/laserovy-konfokalni-radkovaci-mikroskop>> [citováno 2008 - 12 - 3].
- [22] NOVÁK, Zdeněk. *Měření struktury povrchu* [online]. Dostupné z:
<<http://www.mmspektrum.com/clanek/mereni-struktury-povrchu>> [citováno 2008 - 10 - 13].
- [23] NOVÁK, Zdeněk. *Pokrok v měření a hodnocení struktury povrchu* [online]. Dostupné z:
<<http://www.mmspektrum.com/clanek/pokrok-v-mereni-a-hodnoceni-struktury-povrchu>> [citováno 2008 - 10 - 5].
- [24] *Přístroj řady DH6* [online]. Dostupné z:
<<http://www.uzimex.cz/Vyrobce/Asmeto-AG/Drsnomery-pro-dilnu-i-laborator/Pristroje-rady-DH-6.html>> [citováno 2008 - 10 - 13].

6 PŘÍLOHY

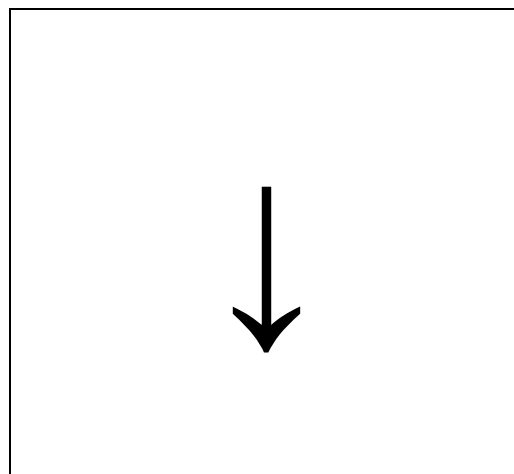
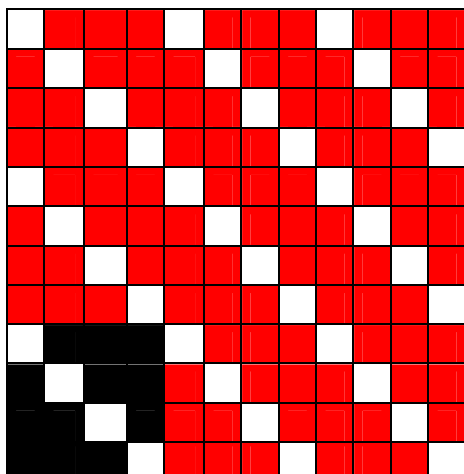
Příloha 1 – Rozbor tkaniny číslo 1.....	62
Příloha 2 – Rozbor tkaniny číslo 2.....	63
Příloha 3 – Rozbor tkaniny číslo 3.....	64
Příloha 4 – Rozbor tkaniny číslo 4.....	65
Příloha 5 – Rozbor tkaniny číslo 5.....	66
Příloha 6 – Rozbor tkaniny číslo 6.....	67
Příloha 7 – Rozbor tkaniny číslo 7.....	68
Příloha 8 – Rozbor tkaniny číslo 8.....	69
Příloha 9 – Rozbor tkaniny číslo 9.....	70
Příloha 10 – Rozbor tkaniny číslo 10.....	71
Příloha 11 – Rozbor tkaniny číslo 11.....	72
Příloha 12 – Rozbor tkaniny číslo 12.....	73
Příloha 13 – Statisticky zpracované měření na dutém válci vorku č. 1 – 3.....	74
Příloha 14 – Statisticky zpracované měření na dutém válci vorku č. 4 – 6.....	75
Příloha 15 – Statisticky zpracované měření na dutém válci vorku č. 7 – 9.....	76
Příloha 16 – Statisticky zpracované měření na dutém válci vorku č. 10 – 12.....	77
Příloha 17 – Navržená metoda zpracovaná v programu Matlab.....	78
Příloha 18 – Možnosti navržené metody – hodnocení deseti nejvyšších hodnot.....	79
Příloha 19 – Možnosti navržené metody – hodnocení dvaceti nejvyšších hodnot	80
Příloha 20 – Možnosti navržené metody – hodnocení padesáti nejvyšších hodnot	81
Příloha 21 – Možnosti navržené metody – hodnocení sto nejvyšších hodnot	82

Příloha 1

ROZBOR TKANINY (číslo 1)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - keprová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 390 nití/100mm

PO ÚTKU - 190 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Bavlna 100%

V ÚTKU - Bavlna 95%

Elastan 5%

VZOR: květinový potisk

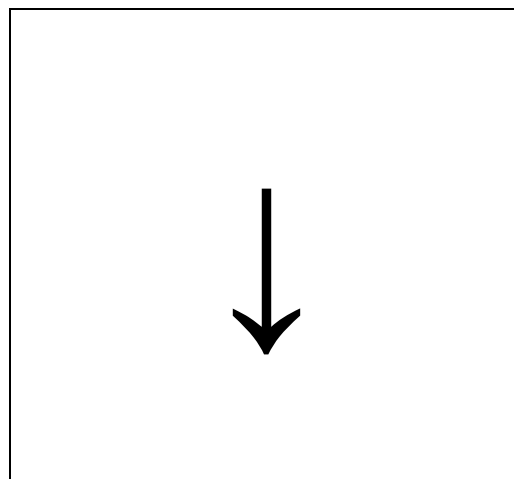
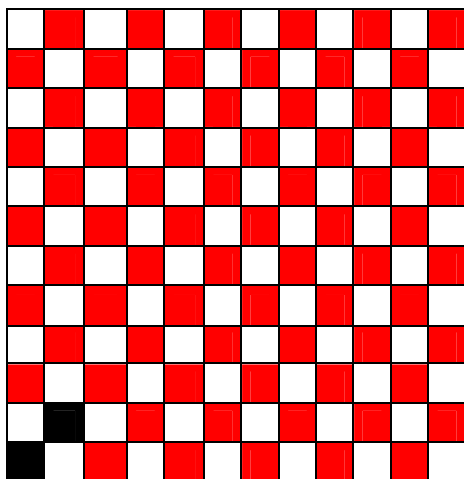
PLOŠNÁ HMOTNOST: 259, 4 g/ m²

Příloha 2

ROZBOR TKANINY (číslo 2)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 240 nití/100mm

PO ÚTKU - 220 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Polyester 100%

V ÚTKU - Polyester 100%

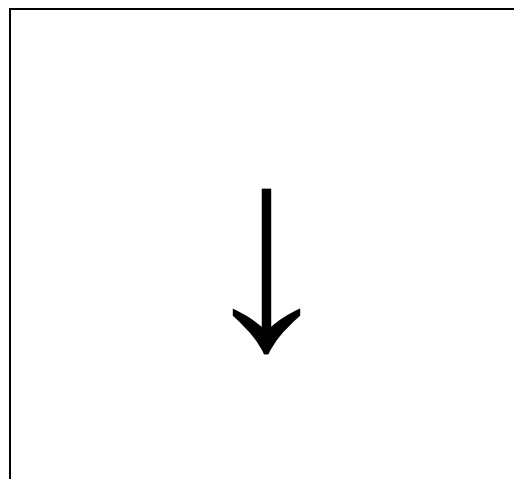
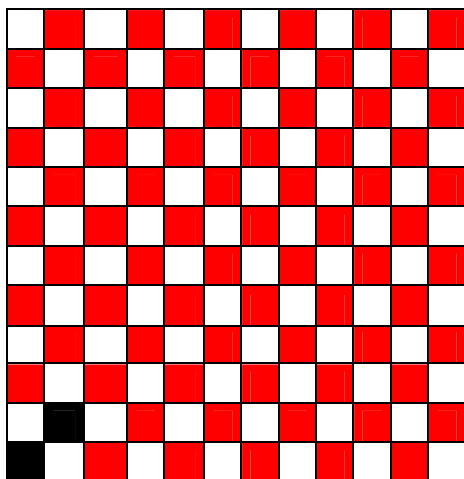
PLOŠNÁ HMOTNOST: 184, 3 g/m²

Příloha 3

ROZBOR TKANINY (číslo 3)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 350 nití/100mm

PO ÚTKU - 250 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Viskóza 100%

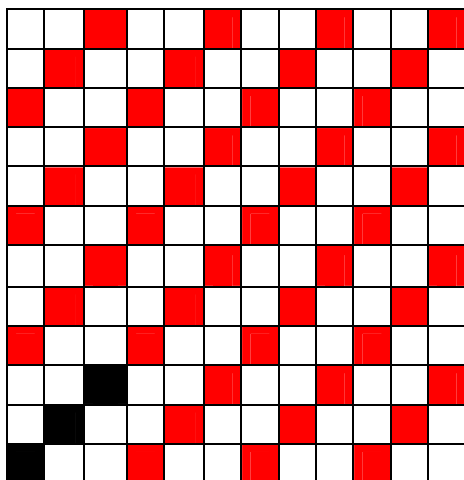
V ÚTKU - Viskóza 100%

PLOŠNÁ HMOTNOST: 64, 1 g/ m²

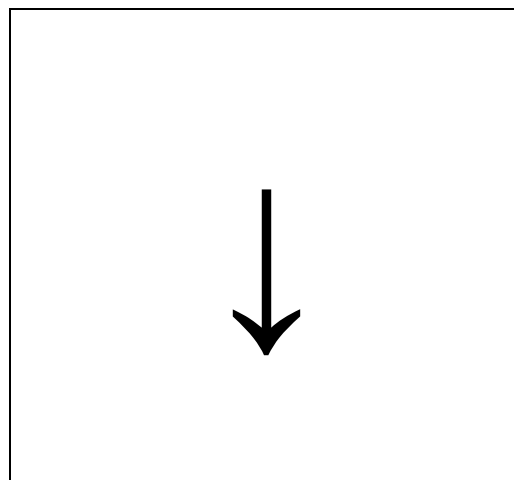
Příloha 4

ROZBOR TKANINY (číslo 4)

VAZBA:



VZOREK:



VAZBA: - keprová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 250 nití/100mm

PO ÚTKU - 230 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Polyester 50%

Vlna 30%

Viskóza 20%

V ÚTKU - Polyester 50%

Vlna 30%

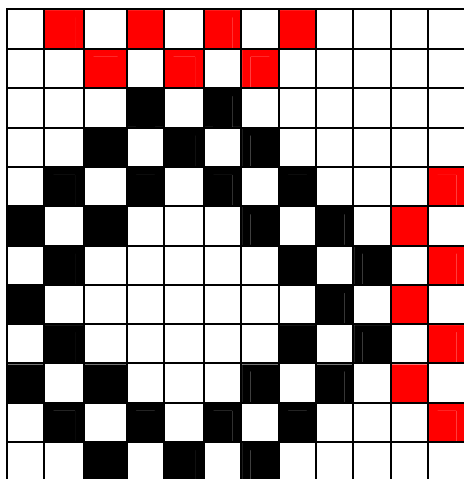
Viskóza 20%

PLOŠNÁ HMOTNOST: 207, 4 g/m²

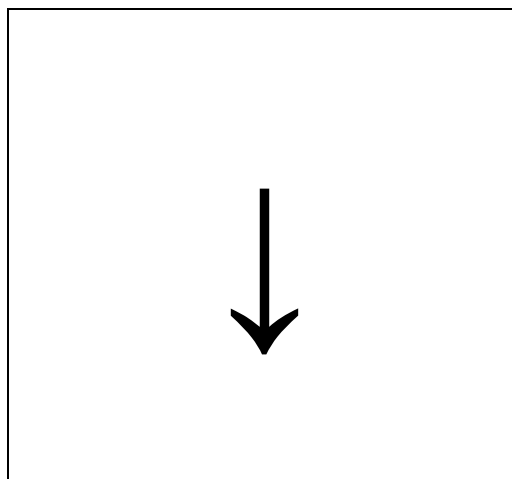
Příloha 5

ROZBOR TKANINY (číslo 5)

VAZBA:



VZOREK:

**VAZBA:** - plátno s útkovými flotážemi**DOSTAVA:** PO OSNOVĚ - 420 nití/100mm

PO ÚTKU - 370 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Polyester 100%

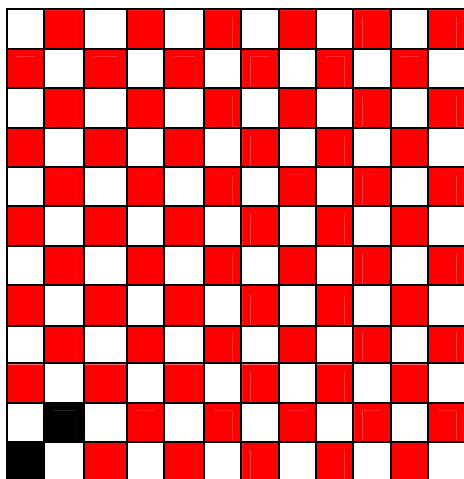
V ÚTKU - Polyester 100%

PLOŠNÁ HMOTNOST: 75, 5 g/ m²

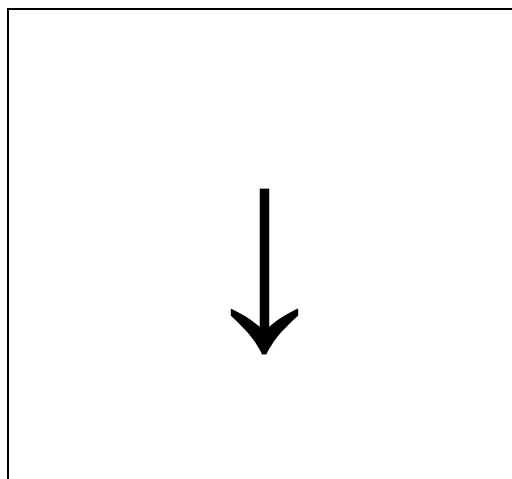
Příloha 6

ROZBOR TKANINY (číslo 6)

VAZBA:



VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 380 nití/100mm

PO ÚTKU - 240 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Bavlna 50%

Polyester 50%

V ÚTKU - Bavlna 50%

Polyester 50%

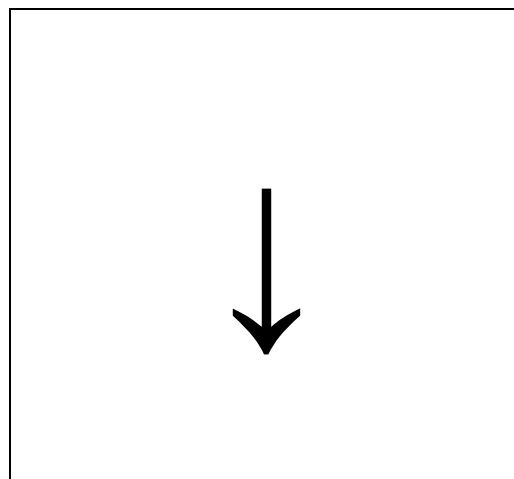
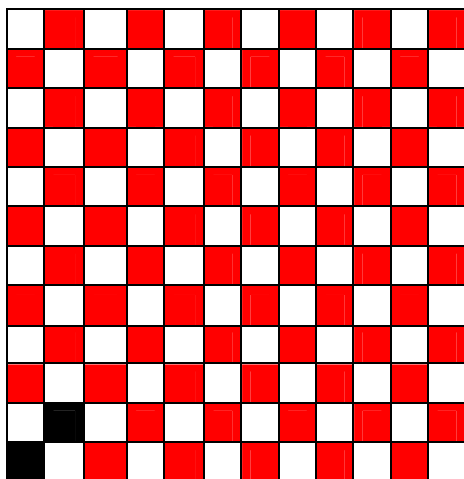
PLOŠNÁ HMOTNOST: 142, 7 g/m²

Příloha 7

ROZBOR TKANINY (číslo 7)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 490 nití/100mm
PO ÚTKU - 340 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Bavlna 100%
V ÚTKU - Bavlna 100%

VZHLEDOVÁ ÚPRAVA: - potisk

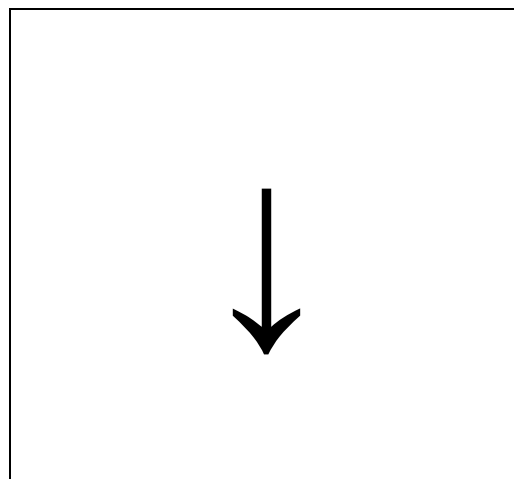
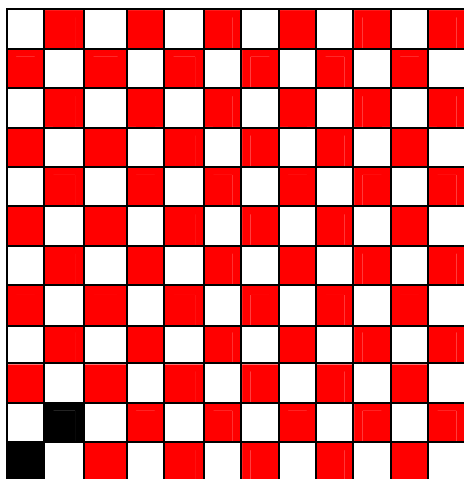
PLOŠNÁ HMOTNOST: 119, 4 g/ m²

Příloha 8

ROZBOR TKANINY (číslo 8)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 400 nití/100mm

PO ÚTKU - 280 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Polyester 100%

V ÚTKU - Polyester 100%

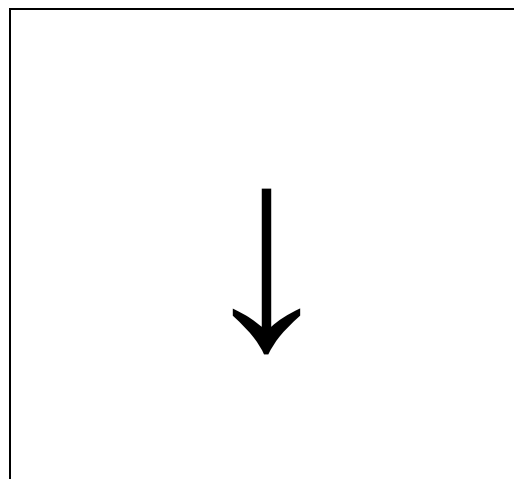
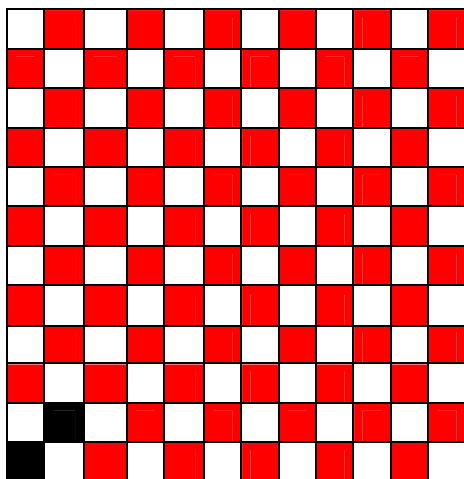
PLOŠNÁ HMOTNOST: 73, 6 g/m²

Příloha 9

ROZBOR TKANINY (číslo 9)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 280 nití/100mm

PO ÚTKU - 230 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Bavlna 100%

V ÚTKU - Bavlna 100%

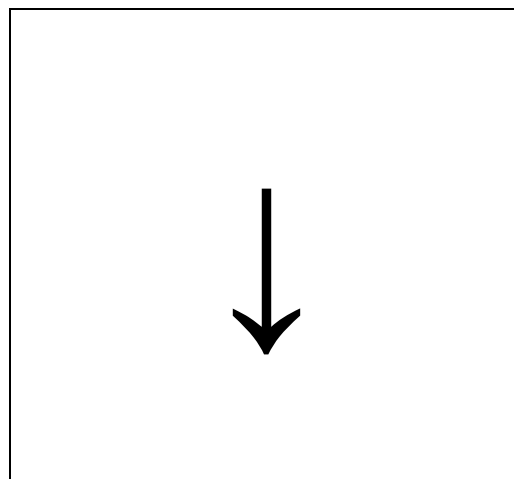
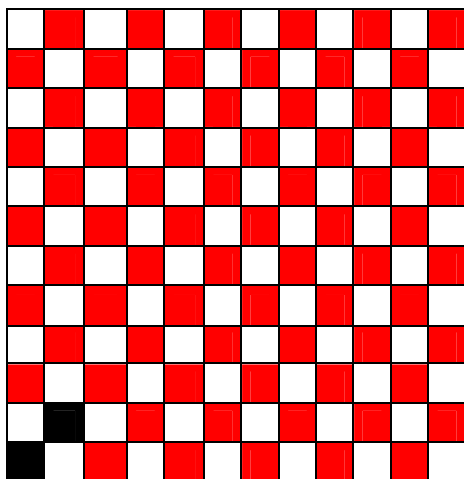
PLOŠNÁ HMOTNOST: 146, 9 g/ m²

Příloha 10

ROZBOR TKANINY (číslo 10)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 480 nití/100mm
PO ÚTKU - 290 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Polyester 70%
Vlna 22%
Elastan 8 %
V ÚTKU - Polyester 7
Vlna 22%
Elastan 8%

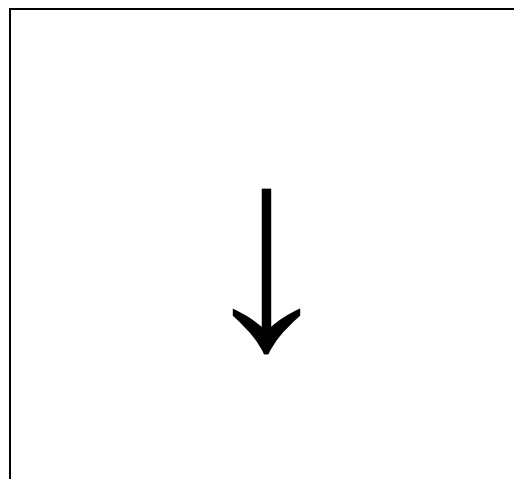
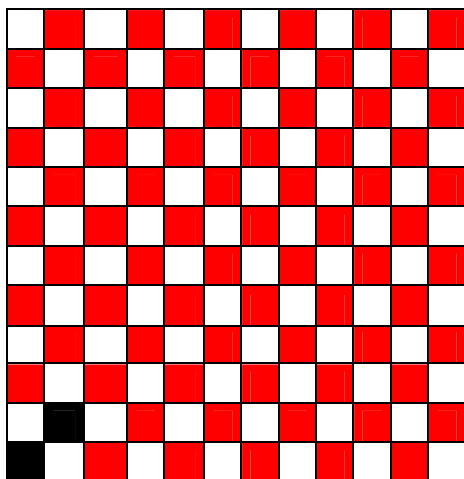
PLOŠNÁ HMOTNOST: 176, 6 g/m²

Příloha 11

ROZBOR TKANINY (číslo 11)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 310 nití/100mm

PO ÚTKU - 210 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Viskóza 100%

V ÚTKU - Viskóza 100%

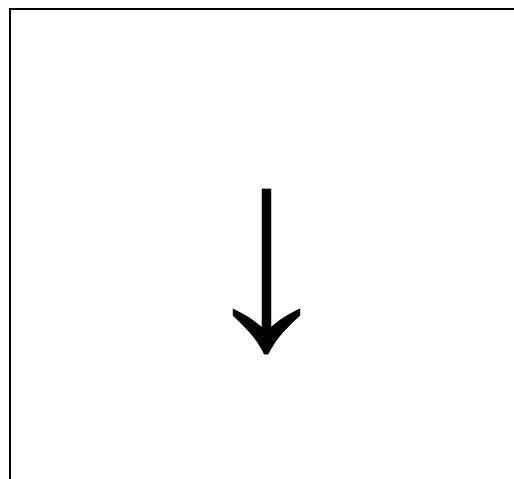
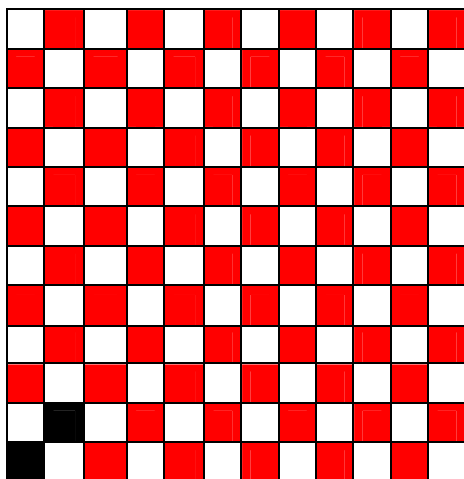
PLOŠNÁ HMOTNOST: 139,7 g/ m²

Příloha 12

ROZBOR TKANINY (číslo 12)

VAZBA:

VZOREK:



VAZBA: - plátnová

DOSTAVA: PO OSNOVĚ - 130 nití/100mm

PO ÚTKU - 110 nití/100mm

DRUH VLÁKENNÉ SUROVINY: V OSNOVĚ - Len 100%

V ÚTKU - Len 100%

PLOŠNÁ HMOTNOST: 258, 1 g/m²

Příloha 13

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
1 - 1.1	↓	3
1 - 1.2	↓	2
$\bar{\Sigma}$		2, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		28, 284

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
1 - 2.1	→	3
1 - 2.2	→	3
$\bar{\Sigma}$		3, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
2 - 1.1	↓	4
2 - 1.2	↓	4
$\bar{\Sigma}$		4, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
2 - 2.1	→	3
2 - 2.2	→	3
$\bar{\Sigma}$		3, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
3 - 1.1	↓	2
3 - 1.2	↓	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
3 - 2.1	→	2
3 - 2.2	→	1
$\bar{\Sigma}$		1, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		47, 14

Příloha 14

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
4 - 1.1	↓	5
4 - 1.2	↓	4
$\bar{\Sigma}$		4, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		15, 713

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
4 - 2.1	→	4
4 - 2.2	→	5
$\bar{\Sigma}$		4, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		15, 713

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
5 - 1.1	↓	2
5 - 1.2	↓	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
5 - 2.1	→	2
5 - 2.2	→	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
6 - 1.1	↓	2
6 - 1.2	↓	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
6 - 2.1	→	3
6 - 2.2	→	2
$\bar{\Sigma}$		2, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		28, 284

Příloha 15

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
7 - 1.1	↓	2
7 - 1.2	↓	1
$\bar{\Sigma}$		1, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		47, 14

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
7 - 2.1	→	2
7 - 2.2	→	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
8 - 1.1	↓	2
8 - 2.2	↓	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
8 - 2.1	→	2
8 - 2.2	→	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
9 - 1.1	↓	2
9 - 1.2	↓	1
$\bar{\Sigma}$		1, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		47, 14

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
9 - 2.1	→	1
9 - 2.2	→	1
$\bar{\Sigma}$		1, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Příloha 16

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
10 - 1.1	↓	3
10 - 1.2	↓	3
$\bar{\Sigma}$		3, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
10 - 2.1	→	3
10 - 2.2	→	3
$\bar{\Sigma}$		3, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
11 - 1.1	↓	2
11 - 1.2	↓	3
$\bar{\Sigma}$		2, 5
$s^2[mm]$		0, 5
$s[mm]$		0, 7071
$v[\%]$		28, 284

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
11 - 2.1	→	2
11 - 2.2	→	2
$\bar{\Sigma}$		2, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
12 - 1.1	↓	1
12 - 1.2	↓	1
$\bar{\Sigma}$		1, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Vzorek	Směr osnovy	Hodnocení podle etalonu
12 - 2.1	→	1
12 - 2.2	→	1
$\bar{\Sigma}$		1, 0
$s^2[mm]$		0
$s[mm]$		0
$v[\%]$		0

Příloha 17

```
clear all; close all; clc

%deklarace proměnných, které jsou na začátku nulové
pok1=0; pok2=0; pok3=0; pok4=0; i=0; mats=[]; mats2=[];

%načítání požadovaného souboru

load vzorek12-2_m
%load VV

pr2=prepocet3(VV);%přepočítání matice VV
%pok1=pr2(6,:);
%pok2=pr2(12,:);
%pok3=pr2(18,:);
%pok4=pr2(24,:);

% ----- zobrazení grafů čtyř vybraných křivek -----

%figure
%subplot(221), plot(pok1); grid on; title('graf c.1')
%subplot(222), plot(pok2); grid on; title('graf c.2')
%subplot(223), plot(pok3); grid on; title('graf c.3')
%subplot(224), plot(pok4); grid on; title('graf c.4')

% ----- maxima vykreslených křivek -----
%disp('maxima vykreslených křivek jsou:')
%maxima=[];
%maxima=[max(pok1),max(pok2),max(pok3),max(pok4)]

%-----setřídění dat řádků matice podle velikosti

%setřídění dat celé matice
for i=1:size(pr2,1)
    mats(i,:)=sort(pr2(i,:));
end

mats2=fliplr(mats); % převrácení matice zleva doprava, aby byla
data setříděna od největšího do nejmenšího

deset=mats2(:,3:12); % matice se skládá z deseti nejvyšších hodnot
každého řádku

prum=mean(deset,2); % matice s průměry po řádkách (parametr 2)
%prumer=mean(prum)

% ořez řádků ořízli jsme 3 řádky zvrchu a 3 zespoda
rad=sort(prum); % setřídím řádky podle velikosti
rad2=flipud(rad); % převrátím matici aby byla od nejvyšších po
nejnižší data
red=rad2(1:20,:); % použiju pouze 10 nejvyšších hodnot
mean(red) % totální průměr ořízlých zprůměrovaných dat
```


Příloha 18

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	5, 9166
12 - 1	↓	5, 8224
7 - 2	→	3, 5390
9 - 2	→	3, 0141
7 - 1	↓	2, 9385
1 - 2	→	2, 7139
8 - 2	→	2, 5997
5 - 1	↓	2, 5120
3 - 1	↓	2, 4412
6 - 2	→	2, 3845
5 - 2	→	2, 2847
9 - 1	↓	2, 1623
8 - 1	↓	2, 0985
3 - 2	→	2, 0226
1 - 1	↓	1, 8697
6 - 1	↓	1, 7178
11 - 2	→	1, 3225
11 - 1	↓	1, 2095
4 - 2	→	1, 1968
4 - 1	↓	1, 1167
10 - 2	→	1, 1090
2 - 2	→	1, 0198
2 - 1	↓	0, 9536
10 - 1	↓	0, 8761

- deset nejvyšších hodnot z deseti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že dvě nejvyšší hodnoty se zanedbají

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	5, 5478
12 - 1	↓	5, 3482
7 - 2	→	3, 0813
9 - 2	→	2, 5897
7 - 1	↓	2, 5740
1 - 2	→	2, 1854
8 - 2	→	2, 1292
6 - 2	→	2, 0941
5 - 1	↓	2, 0852
3 - 1	↓	2, 0171
9 - 1	↓	1, 9874
5 - 2	→	1, 8794
3 - 2	→	1, 7852
1 - 1	↓	1, 7639
8 - 1	↓	1, 7406
6 - 1	↓	1, 6264
11 - 2	→	1, 2296
4 - 2	→	1, 1377
11 - 1	↓	1, 1151
4 - 1	↓	1, 0701
2 - 2	→	0, 9705
2 - 1	↓	0, 9142
10 - 2	→	0, 9083
10 - 1	↓	0, 7822

- deset nejvyšších hodnot z dvaceti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že dvě nejvyšší hodnoty se zanedbají

Příloha 19

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	5, 8211
12 - 1	↓	5, 6770
7 - 2	→	3, 3768
9 - 2	→	2, 9553
7 - 1	↓	2, 8758
1 - 2	→	2, 6682
8 - 2	→	2, 5426
5 - 1	↓	2, 4343
6 - 2	→	2, 3331
3 - 1	↓	2, 3109
5 - 2	→	2, 2032
9 - 1	↓	2, 0711
8 - 1	↓	2, 0393
3 - 2	→	1, 9274
1 - 1	↓	1, 7808
6 - 1	↓	1, 6708
11 - 2	→	1, 2649
11 - 1	↓	1, 1588
4 - 2	→	1, 1481
10 - 2	→	1, 0818
4 - 1	↓	1, 0699
2 - 2	→	0, 9791
2 - 1	↓	0, 9277
10 - 1	↓	0, 8558

- dvacet nejvyšších hodnot z deseti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že čtyři nejvyšší hodnoty se zanedbají

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	5, 4495
12 - 1	↓	5, 1986
7 - 2	→	2, 9439
9 - 2	→	2, 5245
7 - 1	↓	2, 4988
1 - 2	→	2, 1355
8 - 2	→	2, 0626
6 - 2	→	2, 0455
5 - 1	↓	2, 0084
9 - 1	↓	1, 9058
3 - 1	↓	1, 8858
5 - 2	→	1, 8096
3 - 2	→	1, 7061
1 - 1	↓	1, 6829
8 - 1	↓	1, 6739
6 - 1	↓	1, 5849
11 - 2	→	1, 1745
4 - 2	→	1, 0869
11 - 1	↓	1, 0712
4 - 1	↓	1, 0243
2 - 2	→	0, 9319
10 - 2	→	0, 8856
2 - 1	↓	0, 8846
10 - 1	↓	0, 7629

- dvacet nejvyšších hodnot z dvaceti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že čtyři nejvyšší hodnoty se zanedbají

Příloha 20

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	5, 5340
12 - 1	↓	5, 3143
7 - 2	→	3, 1113
9 - 2	→	2, 8485
7 - 1	↓	2, 7328
1 - 2	→	2, 5832
8 - 2	→	2, 4715
5 - 1	↓	2, 3185
6 - 2	→	2, 2304
3 - 1	↓	2, 1722
5 - 2	→	2, 0919
9 - 1	↓	1, 9814
8 - 1	↓	1, 9572
3 - 2	→	1, 8114
1 - 1	↓	1, 6788
6 - 1	↓	1, 5857
11 - 2	→	1, 1841
4 - 2	→	1, 0975
11 - 1	↓	1, 0942
10 - 2	→	1, 0321
4 - 1	↓	1, 0233
2 - 2	→	0, 9412
2 - 1	↓	0, 8973
10 - 1	↓	0, 8266

- padesát nejvyšších hodnot z deseti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že čtyři nejvyšší hodnoty se zanedbají

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	5, 1717
12 - 1	↓	4, 8542
7 - 2	→	2, 7159
9 - 2	→	2, 4239
7 - 1	↓	2, 3700
1 - 2	→	2, 0592
8 - 2	→	1, 9891
6 - 2	→	1, 9407
5 - 1	↓	1, 9041
9 - 1	↓	1, 8211
3 - 1	↓	1, 7553
5 - 2	→	1, 7148
3 - 2	→	1, 6010
8 - 1	↓	1, 5967
1 - 1	↓	1, 5872
6 - 1	↓	1, 5107
11 - 2	→	1, 1027
4 - 2	→	1, 0379
11 - 1	↓	1, 0151
4 - 1	↓	0, 9774
2 - 2	→	0, 8933
2 - 1	↓	0, 8511
10 - 2	→	0, 8495
10 - 1	↓	0, 7380

- padesát nejvyšších hodnot z dvaceti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že čtyři nejvyšší hodnoty se zanedbají

Příloha 21

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	4, 9726
12 - 1	↓	4, 9226
7 - 2	→	2, 8276
9 - 2	→	2, 6896
7 - 1	↓	2, 6019
1 - 2	→	2, 4463
8 - 2	→	2, 3676
5 - 1	↓	2, 1458
6 - 2	→	2, 0589
3 - 1	↓	1, 9937
5 - 2	→	1, 9186
8 - 1	↓	1, 8514
9 - 1	↓	1, 7903
3 - 2	→	1, 6728
1 - 1	↓	1, 5675
6 - 1	↓	1, 4743
11 - 2	→	1, 0987
4 - 2	→	1, 0456
11 - 1	↓	1, 0253
4 - 1	↓	0, 9765
10 - 2	→	0, 9415
2 - 2	→	0, 8947
2 - 1	↓	0, 8630
10 - 1	↓	0, 7741

- sto nejvyšších hodnot z deseti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že pět nejvyšší hodnoty se zanedbají

Vzorek	Směr osnovy	Navržená metoda
12 - 2	→	4, 6452
12 - 1	↓	4, 4450
7 - 2	→	2, 4742
9 - 2	→	2, 2816
7 - 1	↓	2, 2258
1 - 2	→	1, 9502
8 - 2	→	1, 8951
6 - 2	→	1, 7926
5 - 1	↓	1, 7588
9 - 1	↓	1, 6682
3 - 1	↓	1, 6019
5 - 2	→	1, 5729
8 - 1	↓	1, 4987
1 - 1	↓	1, 4807
3 - 2	→	1, 4754
6 - 1	↓	1, 4090
11 - 2	→	1, 0249
4 - 2	→	0, 9881
11 - 1	↓	0, 9553
4 - 1	↓	0, 9284
2 - 2	→	0, 8512
2 - 1	↓	0, 8145
10 - 2	→	0, 7910
10 - 1	↓	0, 7001

- sto nejvyšších hodnot z dvaceti řádků s nejvyššími hodnotami s tím, že pět nejvyšší hodnoty se zanedbají